

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-267010
 (43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.CI. G02B 17/00
 G02B 3/14
 G02B 5/10
 G02B 15/00
 G03B 5/00

(21)Application number : 11-072557
 (22)Date of filing : 17.03.1999

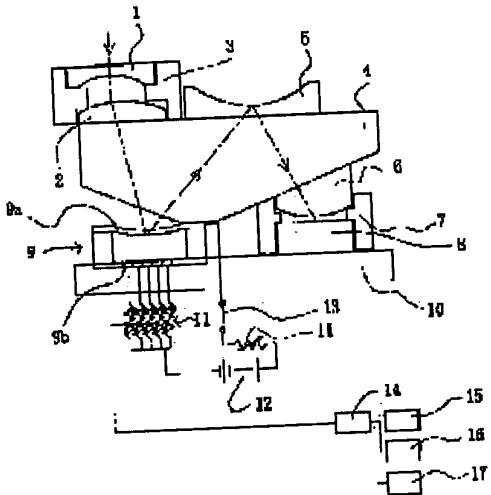
(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD
 (72)Inventor : NISHIOKA KIMIHIKO

(54) OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain various kinds of optical devices constituted so that the change of image forming performance or various kinds of optical performances occurring by the change of temperature and humidity can be compensated.

SOLUTION: The optical device is provided with lenses 1, 2 and 6, a prism 4, optical characteristic varying mirrors 9 and mirror 5 in order to form the image of incident light on a solid-state image pickup element 8. The mirror 9 is constituted of a thin film (reflection surface) 9a and plural divided electrodes 9b. By changing voltage applied to the electrodes 9b according to signals from a temperature sensor 15, a humidity sensor 16 and a distance sensor 17 through an arithmetic device 14, the shape of the reflection surface 9a is changed so as to compensate the change of an optical characteristic occurring by the change of the temperature and the humidity of respective optical elements. Thus, a clear object image is always formed on the image receiving surface of the element 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Optical equipment which consists of an optical property good light variation study element.

[Claim 2] Optical equipment which consists of an optical property adjustable mirror.

[Claim 3] The aforementioned optical property adjustable mirror is optical equipment according to claim 2 which consists of the combination of an optical property adjustable lens and a mirror.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to optical equipment including an optical property good light variation study element, optical property adjustable mirrors, or such combination.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as shown in drawing 39 , the digital camera collected component parts, such as the solenoid FS for a plastic lens PL, drawing D, and focusing, Shutter S, the charge coupling type solid state image pickup device CCD, a digital disposal circuit PC, and Memory M, and was made by assembling these.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, generally, since, as for a plastic lens, a refractive index and a configuration change with change of temperature or humidity, an image formation performance falls by the temperature change. Therefore, the glass lens was used abundantly and there was a limitation in lightweight-izing and highly-precise-izing of a product, or a cost cut.

[0004] this invention is made in view of this actual condition, and the place made into the purpose tends to offer the pickup of the various optical equipments with which change of the image formation performance by temperature-and-humidity change etc. or various optical-character ability can be compensated, for example, a digital camera, an electronic endoscope, a Personal Digital Assistant (PDA), a TV phone, a VTR camera, a television camera, a film camera, a microscope, a laser scanning microscope, a bar code scanner, a bar code reader, and an optical disk etc.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the optical equipment by this invention consists of the optical property good light variation study element. Moreover, the optical equipment by this invention consists of the optical property adjustable mirror. According to this invention, the optical property adjustable mirror consists of the combination of an optical property adjustable lens and a mirror.

[0006]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, it explains based on the example illustrating the form of operation of this invention.

Example 1 drawing 1 is drawing showing the 1st example of the optical equipment by this invention. The lens made of synthetic resin with which 1 and 2 were held among drawing at the lens frame 3, the prism of the product [4] made of synthetic resin, The lens made of synthetic resin with which 5 was held at the mirror and 6 was held at the lens frame 7, the solid state image pickup device by which 8 was held at the lens frame 7, The optical property adjustable mirror which consists of thin film (reflector) 9a by which aluminum coating of 9 was carried out, and two or more electrode 9b

Two or more variable resistors by which (it is only hereafter called an adjustable mirror) and 10 were connected to the substrate, and 11 was connected to each electrode 9b, respectively. The power supply by which 12 was connected with the variable resistor 11 between thin film 9a and electrode 9b through the electric power switch 13. The arithmetic unit for 14 controlling the resistance of two or more variable resistors 11, and 15, 16 and 17 are the thermo sensors, humidity sensors, and distance robots which were connected to the arithmetic unit 14, respectively, and these are arranged like illustration and constitute one optical equipment.

[0007] In addition, each field of lenses 1, 2, and 6 and prism 4 should just be a field which may be carrying out what configurations, such as a field which has the point or line in which the spherical surface, a flat surface, the spherical surface that carried out eccentricity to the optical axis besides the symmetry-of-revolution aspheric surface, a flat surface, the symmetry-of-revolution aspheric surface or the aspheric surface that has plane of symmetry, the aspheric surface which has only one plane of symmetry, the aspheric surface without plane of symmetry, a sculptured surface, and differential are impossible, and can have a certain influence on light also by Hereafter, these fields are named generically and it is called an "extended curved surface."

[0008] Thin film 9a Moreover, for example, P.Rai-choudhury editing, Handbook ofMicrolithography, Micromachining and Microfabrication and Volume 2 : Micromachining and Microfabrication, P495, and Fig.8.58, SPIE PRESS **, Optics Communications, and 140 volume (1997 years) P187 -190 Like the membrane mirror indicated If voltage is impressed among two or more electrode 9b, thin film 9a will deform by the electrostatic force, and the field configuration will change. by this The image formation performance degradation by the assembly error of parts, such as deformation by the temperature and humidity of lenses 1, 2, and 6 and/or prism 4, expansion and contraction of change or the lens frame 3 of a refractive index, and 7 grades, deformation and an optical element, and a frame, is suppressed. Amendment of the aberration always produced in focus adjustment and focus adjustment proper may be performed.

[0009] According to this example, it is refracted in respect of each plane of incidence of lenses 1 and 2 and prism 4, and outgoing radiation, is reflected by the adjustable mirror 9, and is further reflected by the mirror 5, and incidence of the light from a body is carried out to a solid state image pickup device 8 through a lens 6. Thus, lenses 1, 2, and 6, prism 4, the mirror 5, and the adjustable mirror 9 can constitute the image pck-up optical system of the optical equipment by this example, and can make aberration of a body image now into the minimum by optimizing the field and thickness of each of these optical elements. That is, the configuration of thin film 9a as a reflector is controlled by changing the resistance of each variable resistor 11 with the signal from an arithmetic unit 14 so that an image formation performance may become the optimal. namely, from the thermo sensor 15, the humidity sensor 16, and distance robot 17 to an arithmetic unit 14 The signal of ambient temperature, humidity, and the size according to the distance to a body is inputted. an arithmetic unit 14 The signal for determining the resistance of a variable resistor 11 that voltage as which the configuration of thin film 9a is determined that the image formation performance degradation by the distance to temperature and surrounding humidity conditions, and a surrounding body should be compensated based on these input signals is impressed to electrode 9b is outputted. Thus, since it is made to transform thin film 9a, the voltage, i.e., the electrostatic force, impressed to electrode 9b, if the configuration takes various configurations which contain the aspheric surface according to a situation and the polarity of the voltage impressed is changed, also let it be a convex. In addition, there may not be a distance robot 17, changes some configurations of thin film 9a in that case, and if the configuration of thin film 9a is decided that the high frequency component of the signal of the image from a solid state image pickup device becomes the maximum mostly, it can do focus doubling.

[0010] Since a solid state image pickup device 8 and the adjustable mirror 9 can also make the adjustable mirror 9 from a silicon lithography process etc., they form a substrate 10 with silicon and you may make it form a part of adjustable mirror [at least] 9 on a substrate 10 in a lithography

process with a solid state image pickup device 8 in this example, although arranged on the substrate 10 with another object. If it does in this way, it is advantageous in respect of the miniaturization of equipment, and low-cost-izing. Moreover, if thin film 9a is manufactured by synthetic resin, such as a polyimide, since deformation also with a big low battery is possible, it is convenient. In addition, although a solid state image pickup device 8, the adjustable mirror 9, and a substrate 10 can be formed in one as mentioned above and can be unit-ized, this unit is an example of the optical equipment by this invention.

[0011] Moreover, although illustration was omitted, you may form display devices, such as a reflected type liquid crystal display or a penetrated type liquid crystal display, in one according to a lithography process on a substrate 10. In addition, you may form this substrate 10 by transparent matter, such as glass or a quartz. In this case, what is necessary is to use technology, such as a thin film transistor, and just to form a solid state image pickup device and a liquid crystal display on a glass substrate. Or these display devices may be made from another object, and you may arrange on a substrate 10.

[0012] By forming by the plastics mould etc., optical elements 1, 2, 4, 5, and 6 can form the curved surface of arbitrary request configurations easily, and are easy to manufacture. In addition, although only a lens 1 separates and is formed from prism 4 with the image pck-up equipment of this example, if optical elements 2, 4, 6, and 9 are designed without forming a lens 1 so that aberration can be removed, the optical element except the adjustable mirror 9 will become one optical block, and will become easy [an assembly]. Moreover, if a part or all of optical elements 1, 2, 4, 5, and 6 may be created with glass and constituted in this way, still more accurate image pck-up equipment will be obtained.

[0013] Example 2 drawing 2 is drawing showing the 2nd example of the optical equipment by this invention. The same sign is given to the same member on the member shown in the 1st example, and parenchyma among drawing. At this example, the micro shutter 19 and image pck-up element 8 grade which move by the electrostatic force made with reflector 9a and micro machine technology on the silicon substrate 18 of one sheet are made from the lithography process. And if this silicon substrate 18 and the extended curved-surface prism 20 made from the mould are combined, the image pck-up unit for digital cameras small as optical equipment will be done. In addition, the micro shutter 19 can also serve now as drawing. If the extended curved-surface prism 20 is made from a plastics mould, it can be done cheaply. Moreover, since it is durable rather than it makes from thermoplastics if the extended curved-surface prism 20 is made from an energy hardening type resin, it is desirable. Moreover, the extended curved-surface prism 20 may be constituted using the material of the property which absorbs infrared light, and the infrared cut-off filter effect may be given. Or the interference film which reflects infrared light in which field in the optical path of the extended curved-surface prism 20 is prepared, and you may make it cut infrared light. The mirror 21 is formed by processing and carrying out the aluminum coat of the silicon substrate 18 to a concave surface. What improved the shutter as shown in drawing 8 of JP,10-39239,A and drawing 9 can be used for the micro shutter 19.

[0014] Drawing 3 is the enlarged view of the micro shutter 19 neighborhood which removed extended curved-surface prism and looked at the optical equipment of drawing 2 from the upper part. By giving the potential difference to electrode 19c prepared in each of fixed electrode 19a and gobo 19b, by the electrostatic force, two gobo 19b can be opened to right and left, or the micro shutter 19 can close it now. Here, a triangular crevice is prepared in the center of the side near gobo 19b of another side, and two gobo 19b is installed in two each of gobo 19b in a completely different class, if it picturizes where gobo 19b is opened to the middle, it will operate as drawing, and it will become a shutter if gobo 19b is closed completely. A power supply 12 can change the electrode of + - now, and two gobo 19b moves to an opposite direction in connection with it. Moreover, when it closes completely, two gobo 19b is designed so that it may lap somewhat, as shown in drawing 2.

[0015] The micro shutter 19 has the merit that it can make from a lithography process together with reflector 9a and a solid state image pickup device 8. In addition, as a micro shutter 19, you may use a micro shutter as shown in drawing 47 of JP,10-39239,A besides the above. Or the shutter which operates with a spring, electromagnetic force, etc. may be manufactured like the shutter of the usual film camera as a shutter used for the image pck-up equipment of this example, and this may be installed in a silicon substrate 18.

[0016] Moreover, it is good also as composition which extracted the image pck-up equipment of this example independently as shown in drawing 2, and prepared 22. As drawing 22, a tris diaphragm which is used for the lens of a film camera is sufficient, or the thing of composition so that two or more perforated panels as shown in drawing 4 may be made to slide may be used. Or you may be fixed drawing which does not change a drawing effective-area product. Moreover, the micro shutter 19 is operated only as drawing and you may make it make a shutter function carry out using the element shutter of a solid state image pickup device 8. Moreover, the image pck-up equipment of this example is good also as composition which made at least one of electrode 9b, a mirror 21, the micro shutter 19, and the solid state image pickup devices 8 as another parts, and has been arranged on one substrate with the remaining members.

[0017] It shows other different examples that drawing 5 is used for the 1st and 2nd examples of the adjustable mirror 9. In this example, piezoelectric-device 9c is infix between thin film 9a and electrode 9b, and these are prepared on the susceptor 23. And by changing into each electrode 9b of every the voltage which joins piezoelectric-device 9c, piezoelectric-device 9c can be made to produce partially different expansion and contraction, and the configuration of thin film 9a can be changed now. The form of electrode 9b may be this cardiac division, as shown in drawing 6, as shown in drawing 7, it may be rectangle division, in addition it can choose the thing of a proper form. 24 changes the voltage impressed to electrode 9b through an arithmetic unit 14 and a variable resistor 11 to make thin film 9a transform so that the disorder of the image sway (Bure), are a sensor, for example, detect the deflection at the time of digital camera photography, and according to a deflection connected to the arithmetic unit 14 may be compensated. At this time, the signal from a thermo sensor 15, a humidity sensor 16, and a distance robot 17 is also simultaneously taken into consideration, and focus doubling, temperature-and-humidity compensation, etc. are performed. In this case, since the stress accompanying deformation of piezoelectric-device 9c joins thin film 9a, as for the thickness of thin film 9a, it is good for it to be made by the thick eye a certain grade, and to give suitable intensity.

[0018] Drawing 8 shows the example of further others of the adjustable mirror 9. This example is the point which consists of piezoelectric-device of two sheets 9c, and 9c' made from the material in which the piezoelectric device which it interposes between thin film 9a and electrode 9b has the piezo-electric property of an opposite direction, and differs from the example shown in drawing 5. That is, if piezoelectric-device 9c and 9c' is made from the ferroelectric crystal, it is arranged so that the sense of a crystallographic axis may become reverse mutually. In this case, since piezoelectric-device 9c and 9c' is expanded and contracted to an opposite direction if voltage is impressed, it becomes stronger than the case of the example which the force into which thin film 9a is made to transform showed to drawing 5, and there is an advantage which says that the form on the front face of a mirror is a lot changeable as a result.

[0019] As a material used for piezoelectric-device 9c and 9c' For example, a barium titanate, a Rochell salt, crystal, a tourmaline, a potassium dihydrogenphosphate (KDP), Piezo-electric matter, such as phosphoric-acid 2 hydrogen ammonium (ADP) and a 2 OBU acid lithium, The polycrystalline substance of this matter, the crystal of this matter, the electrostrictive ceramics of the solid solution of PbZrO₃ and PbTiO₃, There are organic piezo-electricity matter, such as a 2 fluoride polyvinyl (PVDF), ferroelectrics other than the above, etc., especially Young's modulus is small, and since deformation also with a big low battery is possible for the organic piezo-electricity matter, it is desirable. In addition, if thickness is made uneven when using these piezoelectric devices, it is

possible to also make the configuration of thin film 9a deform appropriately in the above-mentioned example.

[0020] Drawing 9 shows the example of further others of the adjustable mirror 9. Piezoelectric-device 9c is pinched by thin film 9a and 9d of electrodes, voltage is impressed through the drive circuit 25 controlled by the arithmetic unit 14 between thin film 9a and 9d of electrodes, and further, this consists of this modification so that voltage may be impressed also to electrode 9b independently prepared on the susceptor 23 through the drive circuit 25 controlled by the arithmetic unit 14. Therefore, in this example, thin film 9a may be deformed into a duplex by the electrostatic force by the voltage impressed between 9d of electrodes, and the voltage impressed to electrode 9b, and has the advantage which says that responsibility is also earlier than which thing shown in the above-mentioned example possible [more deformation patterns].

[0021] Drawing 10 shows the example of further others of the adjustable mirror 9. This example is the thing to which it might be made to have made it the configuration of a reflector change using electromagnetic force, and on the internal base of a susceptor 23, installation fixation of the periphery section of substrate 9e to which a permanent magnet 26 consists of a silicon nitride or a polyimide on a top face is carried out, thin film 9a made on metal coats, such as aluminum, is attached to the front face of substrate 9e, and it constitutes the adjustable mirror 9. Two or more coils 27 are arranged in the inferior surface of tongue of substrate 9e, and these coils 27 are connected to the arithmetic unit 14 through the drive circuit 28, respectively. Therefore, when the respectively suitable current for each coil 27 is supplied from each drive circuit 28 by the output signal from the arithmetic unit 14 corresponding to change of the optical system called for in an arithmetic unit 14 by the signal from each sensors 15, 16, 17, and 24, each coil 27 is repelled or absorbed by it by the electromagnetic force which works between permanent magnets 26, and substrate 9e and thin film 9a are made to transform by it.

[0022] In this case, the current of an amount different, respectively can be passed in each coil 27. Moreover, a piece is sufficient as a coil 27, and it attaches a permanent magnet 26 to substrate 9e, and you may make it form a coil 27 in the internal base side of a susceptor 23. Moreover, as for a coil 27, to make from technique, such as lithography, is good, and you may make it put further the iron core which consists of a ferromagnetic into a coil 27.

[0023] Drawing 11 shows the example of further others of the adjustable mirror 9. In this example, the thin film coil 28 is formed in the inferior surface of tongue of substrate 9e, this is countered and the coil 27 is formed on the internal base of a susceptor 23. And the variable resistor 11, the power supply 12, and electric power switch 13 for supplying suitable current if needed are connected to the thin film coil 28. Moreover, the variable resistor 11 is connected to each coil 27, respectively, and the switch 29 for the power supply [a change-cum-] opening and closing for changing the direction of the current passed in the power supply 12 and coil 27 for supplying current to each coil 27 and a variable resistor 11 further is formed. Therefore, according to this example, the electromagnetic force which works between each coil 27 and the thin film coil 28 can be changed, substrate 9e and thin film 9a can be made to be able to transform, and it can be made to operate as a movable mirror by changing the resistance of a variable resistor 11, respectively. Moreover, thin film 9a is changeable also into a concave surface also at a convex by changing the direction of the current which reverses a switch 29 and flows in a coil 27.

[0024] In this case, deformation of a request can be given to substrate 9e and thin film 9a by changing the volume density of the thin film coil 28 by the place, as shown in drawing 12 . Moreover, as shown in drawing 13 , a piece is sufficient as a coil 27, and it may insert in these coils 27 the iron core which consists of a ferromagnetic. Moreover, electromagnetic force will become still stronger if filled up with a magnetic fluid into the space formed of a susceptor 23.

[0025] Drawing 14 shows the example of further others of the adjustable mirror 9. In this example, substrate 9e is made from ferromagnetics, such as iron, and thin film 9a as a reflective film consists of aluminum etc. In this case, since it can be managed even if it does not prepare a thin film coil,

compared with the example shown, for example in drawing 11, structure is easy, and a manufacturing cost can be reduced. Moreover, if an electric power switch 13 is replaced by the switch 29 (refer to drawing 11) for power supply [a change-cum-] opening and closing, the direction of the current which flows in a coil 27 can be changed, and the configuration of substrate 9e and thin film 9a can be changed freely. Although drawing 15 shows arrangement of the coil 27 in this example and drawing 16 shows other examples of arrangement of a coil 27, these arrangement is applicable also to the example shown in drawing 10 and 11. In addition, drawing 17 shows arrangement of the permanent magnet 26 which is suitable when arrangement of a coil 27 is shown in drawing 16 in the example shown in drawing 10. That is, if a permanent magnet 26 is arranged to a radial as shown in drawing 17, delicate deformation can be given to substrate 9e and thin film 9a compared with the example shown in drawing 10. Moreover, when making substrate 9e and thin film 9a transform using electromagnetic force in this way (drawing 10, example of 11 and 14), there is an advantage referred to as being able to drive by the low battery rather than the case where an electrostatic force is used.

[0026] Example 3 drawing 18 is drawing showing the 3rd example of the optical equipment by this invention. Among drawing, the same sign is given to the same member on having used in the 1st and 2nd examples, and parenchyma, and explanation is omitted. This example is a point using the liquid crystal adjustable mirror 31 which arranges a liquid crystal variable-focus lens in the front face of a mirror, and turns to leading the light from a body to a solid state image pickup device 8 through prism 30, and differs from an example as stated above. The liquid crystal adjustable mirror 31 is constituted by being filled up with 31d of twist nematic liquid crystals between division electrode 31c which served as the mirror applied to the front face of transparent-electrode 31a and substrate 31b of a curved-surface configuration. Spiral pitch P of 31d of twist nematic liquid crystals $P < 5\lambda$ (1)

***** -- it is like If λ is the wavelength of light and is the light, it is $\lambda = 380\text{nm} -$ about 700nm here. Since a refractive index becomes [abbreviation] in direction regardless of the polarization direction of an incident light when filling the above-mentioned formula (1), even if 31d of twist nematic liquid crystals does not prepare a polarizing plate, an adjustable focal mirror without dotage is obtained.

[0027] In addition, when using this optical equipment as a digital camera of a low cost, it is the spiral pitch P of 31d of twist nematic liquid crystals. $P < 15\lambda$ (2)

It comes out, and even if it is, it may be able to be used practically. You may use a smectic liquid crystal, liquid crystal, for example, cholesteric liquid crystal, with the spiral structure which fills the above-mentioned formula (1) or (2) instead of, etc. [a twist nematic liquid crystal] Moreover, you may use macromolecule distribution liquid crystal and macromolecule stabilization liquid crystal instead of a twist nematic liquid crystal. You may use the matter which changes a refractive index by the electrical and electric equipment instead of liquid crystal.

[0028] In the above-mentioned liquid crystal adjustable mirror 31, if voltage is impressed between electrode 31a and 31c, since the direction of 31d of liquid crystal will change as shown in drawing 19, and the refractive index to an incident light will fall, it changes, the reflex action, for example, the focal distance, of the liquid crystal adjustable mirror 31. Therefore, if the resistance of each variable resistor 11 is suitably adjusted with an autofocus operation corresponding to Bure at the time of a temperature change or photography, it will become possible to perform deflection prevention at the time of the compensation to the temperature change of prism 30, or photography. Moreover, if the voltage impressed during photography at electrode 31c is changed slightly and the position of an image is shifted, the liquid crystal adjustable mirror 31 can be made to be able to generate the effect as a low pass filter, and it can also be made useful to moire removal.

[0029] 4th example drawing 20 is drawing showing the 4th example of the optical equipment by this invention. This example is an example of the digital camera which is one of the electronic image pick-up equipment, and is equipped with the deflection prevention function. Also in this example, the

same sign is given to the same member on the parenchyma in an example as stated above. Deflection prevention at the time of photography is performed by the optical property adjustable prism 34 and 35 placed near the drawing 33 between taking lenses 32. Hereafter, the detailed structure of the optical property adjustable prism 34 and an operation are explained using drawing 21. A transparent electrode and 34c and 34g of the transparent electrode divided into some the transparent substrate by which 34a, 34e, and 34i were constituted from glass or synthetic resin, and 34b and 34h, and 34d and 34f are liquid crystal among drawing. The refractive index n_k of the transparent substrates 34a, 34e, and 34i is selected so that it may become equal to the refractive index when standing in a line as liquid crystal 34c is shown in drawing 21 (when voltage is not impressed in electrode 34b and 34d). That is, when a refractive index [as opposed to no and unusual light for the refractive index to Tsunemitsu of liquid crystal 34c] is set to n_e , it is. $n_k^{**} (n_o+n_e)/2 (3)$

It has become. If the liquid crystal [34c and 34g] spiral pitch P has all satisfied a formula (1) or (2), since it is not necessary to put in a polarizing plate into an optical path, it is convenient.

[0030] In $n_e > n_o$, the index ellipsoid of liquid crystal comes to be shown at drawing 22. Suppose that voltage has not joined 34c. In this case, since the above-mentioned formula (3) is filled, an incident ray is not refracted in the transparent substrate 34, liquid crystal 34c, and transparent substrate 34e. however, 34g of liquid crystal is suitable in the direction of an optical axis (the voltage of several volts or dozens of volts shall be impressed to 34g of liquid crystal) -- it is -- the refractive index -- no It has become. Therefore, an incident ray is refracted below in 34g of liquid crystal. On the other hand, if the same voltage as liquid crystal 34c is impressed and it is made not to impress voltage to 34g of liquid crystal, an incident ray is refracted upwards. Moreover, if voltage is applied to liquid crystal [34c and 34g] neither, an incident ray goes straight on, without being refracted.

[0031] The optical property adjustable prism 35 is arranged where 90 degrees of optical property adjustable prism 34 are rotated around an optical axis, and it can make an incident ray refracted by the same method as the optical property adjustable prism 34 in the direction perpendicular to the space of drawing 11. Therefore, if the voltage impressed to liquid crystal 34c, 34g, 35c, and 35g during an image pck-up is changed in the direction which cancels the deflection at the time of photography and it is made to deflect an incident ray, the picture by which the deflection was reduced will be acquired.

[0032] It is based on the following reason that transparent electrodes 34b and 34h are divided into plurality. If the voltage value impressed to liquid crystal 34c and 34g is made into a degree in the middle and the refractive index of such liquid crystal is carried out in the middle of $(n_o+n_e)/2$, and no, the angle theta shown in drawing 21 is small to a number of percent, and the amount of deviations of an incident ray can be carried out. In order to make it such, it is necessary to depend the electric field which join liquid crystal 34c and 34g on liquid crystal layer thickness, but to make it constant value. Then, it is necessary to impress a little higher voltage to a portion with a thick liquid crystal layer, and to impress a little lower voltage to a portion with a thin liquid crystal layer, and, for the reason, transparent electrodes 34b and 34h are divided. The small amount of deviations of an incident ray is useful in the middle of an image pck-up, and if the amount of deviations is changed continuously, still better deflection prevention is realizable. In addition, liquid crystal [34c and 34g] **** beta (refer to drawing 21) is good also as one electrode, without dividing an electrode, when [small] change of liquid crystal layer thickness is small.

[0033] Moreover, the size of the voltage impressed to liquid crystal 34c and 34g changing liquid crystal [34c and 34g] orientation, and changing the travelling direction of an incident ray may not be changed, but the frequency of the electric field which join liquid crystal 34c and 34g may be changed. Although the orientation of a liquid crystal molecule becomes like 34g of liquid crystal of drawing 21 when this frequency is low frequency (severalHz-severalKHz), since it becomes like liquid crystal 34c of drawing 21 , in the case of a RF (about 1MHz or more), the direction of an incident ray is also changeable by changing the above-mentioned frequency. If this frequency is

changed continuously, the direction of an incident ray is also continuously changeable. The method of driving such liquid crystal is also applicable also to the example shown in drawing 19 .

[0034] In addition, if liquid crystal 34c and voltage high both 34g are impressed, although each refractive index of a liquid crystal layer will fall to no, since a prism operation of both liquid crystal layers offsets each other, the deviation of an incident ray is not produced. However, since the optical path length which meets an optical axis changes, it can carry out that an image pck-up system doubles [focus]. That is, based on the signal from a distance robot 17 (refer to drawing 20), the optical property of the optical property adjustable prism 34 and 35 is changed, and auto-focusing is realizable if the optical path length is changed. If it combines and the optical property adjustable prism 34 and 35 is changed using the signal from a thermo sensor 15 and a humidity sensor 16, temperature-and-humidity compensation of a taking lens 32 and the optical property adjustable prism 34, and 35 self can also be performed. You may perform such auto-focusing and temperature-and-humidity compensation by swaying and combining with prevention. In this case, the voltage impressed to transparent electrodes 34b and 34h may be changed for every electrode, and it is not necessary to change it. Moreover, a liquid crystal [34c 34g, 35c, and 35g] refractive index may choose and use the total **** value from (net+no)/2 to no in this case.

[0035] moreover, as an image shifted only in 1/2 [1-pixel] of a solid state image pickup device 8 in addition to deflection prevention, two or more sheets are continuously picturized with the image which controls the voltage which joins liquid crystal 34c, 34g, 35c, and 35g, and is not shifted, and it is the same as the gap at the time of an image pck-up in them -- the highly minute picture same with having increased the number of pixels of a solid state image pickup device 8 in efficiency can be acquired by making it delete and piling up You may be made to perform this high resolving-ization simultaneously with temperature-and-humidity compensation, focus doubling, etc.

[0036] Drawing 23 is drawing showing one example of the refraction property adjustable prism 36 which can be used also for the 4th example (refer to drawing 20) of the above. This prism 36 is constituted by pinching liquid crystal 36c by the transparent substrates 36a and 36b which consist of two flat surfaces leaned so that an angle beta might be made. The transparent electrode which 36d and 36e were prepared in the orientation film, and was prepared in transparent substrate 36a 36f, The transparent electrode prepared independently in each slant face of transparent substrate 36b 36g and 36h, The variable resistor to which 11a, 12a, and 13a were connected in series in 36f of electrodes and 36g, a power supply and an electric power switch, and 11b, 12b and 13b are 36f of electrodes, the variable resistor connected in series in 36h, a power supply, and an electric power switch.

[0037] In this example, the refractive index of transparent substrate 36a is set to $n1 = no$, and $n2 = (ne+no) / 2$, when the refractive index of n1 and transparent substrate 36b is set to n2. Electric power switch 13b is an incident ray L1 and L2, if electric power switch 13a is OFF in ON as shown in drawing 23 . It both goes straight on and does not deviate. On the other hand, by OFF, for electric power switch 13b, electric power switch 13a is an incident ray L1 and L2, if it is ON. As shown [both] in drawing 24 , it is bent below. therefore, it has the same optical effect as the optical property adjustable prism 34 in the 4th example (drawing 20) of the above -- since this refraction property angle-of-deviation prism 36 can make liquid crystal layer thickness a half compared with the optical property adjustable prism 34, the permeability of light is excellent in the high-speed response with the good point in this case, instead of [of liquid crystal 36c] -- $n1 = no$, and $n2 = (ne+no) / 2$ -- other refractive-index adjustable matter which fulfills conditions may be used

[0038] Drawing 25 is drawing showing one example of the variable-focus lens 37 which can be used also for the 4th example. As for this variable-focus lens 37, the periphery consists of curved surfaces, when a center section pinches [a center section / plane transparency substrate 37a and a periphery] liquid crystal 37c by transparent substrate 37b of a concave curved surface at a flat surface. The transparent electrode which 37d and 37e were prepared in the orientation film, and was prepared in transparent substrate 37a 37f, 37g and 37h are the transparent electrodes of the shape

of the shape of an island prepared independently in the concave curved surface and flat surface of transparent substrate 37b, and a ring. A power supply 12 is carried out in common, and variable-resistance 11b and electric power switch 13b are connected to the serial for variable-resistor 11a and electric power switch 13a in 37f of electrodes, and 37h in 37f of electrodes, and 37g, respectively.

[0039] It also sets to this variable-focus lens 37, and is the refractive index of n1 and transparent substrate 37b about the refractive index of transparent substrate 37a n2 It is referred to as n1 = no, and n2 = (ne+no) / 2 when it carries out. Electric power switch 13b is an incident ray L1 and L2, if electric power switch 13a is ON in OFF as shown in drawing 25 . It both goes straight on. However, when electric power switch 13a is [electric power switch 13b] OFF in ON, as shown in drawing 26 , in order to carry out orientation of the liquid crystal 37c, a concave lens operation arises in a variable-focus lens 37, and it is an incident light L1 and L2. As shown in drawing 26 , it emits and progresses, and it acts as a variable-focus lens. This example can make a liquid crystal layer thin, therefore has the advantage that a high-speed response and the optical equipment of high permeability can be offered. This variable-focus lens 37 can be replaced by the optical property adjustable element 34 in the optical equipment of the 4th example, can be used because of focus doubling, and if Electrodes 37f and 37g, and the various sensors of 37h previous statement, an arithmetic unit and a control unit including a drive circuit are connected, it can also be used for temperature-and-humidity compensation etc. Moreover, this variable-focus lens 37 can be used also for various kinds of optical equipments, such as diopter adjusting devices, such as adjustable focal glasses, a microscope, and a camera finder, and autofocus equipment of the pickup for optical disks.

[0040] 5th example drawing 27 is drawing showing the 5th example of the optical equipment by this invention. This example is an example of adjustable focal glasses which used the above-mentioned variable-focus lens 37. The frame supported so that 38 can use the variable-focus lens 37 of a couple as glasses, the driving gear with which 39 contained a power supply 12, electric power switches 13a and 13b, variable resistors 11a and 11b, etc., and 40 are codes which connect a driving gear 39 with each variable-focus lens 37 among drawing. In this example, if the resistance of the variable resistors 11a and 11b (refer to drawing 25) contained by the driving gear 39 is changed continuously, the focal distance of variable-focus lens 37a can be changed continuously, and practically very convenient glasses can be offered. A continuous change of the optical property by changing the resistance of such a variable resistor continuously is the same also in various examples as stated above.

[0041] 6th example drawing 28 is drawing showing the 6th example of the optical equipment by this invention. This example is an example using the above-mentioned variable-focus lens 37 of a digital camera with a deflection arrester. In this example, the transparent electrodes 37g and 37h of a variable-focus lens 37 are divided into a large number, and each divided electrode is connected to the drive circuit 25, respectively. And not only deflection prevention but temperature-and-humidity compensation to auto-focusing and a taking lens 32 can be performed now by adjusting suitably the voltage impressed to each electrodes 37g and 37h based on the signal from each sensors 15, 16, 17, and 24 from the drive circuit 25.

[0042] 7th example drawing 29 is drawing showing the 7th example of the optical equipment by this invention. The same sign is given to the same member on having used in the example as stated above, and substance among drawing, and detailed explanation is omitted. This example is replaced by the transparent substrate 41 of the tabular by which prism 4 was preferably made from glass or the resin, is the point that the adjustable mirror 43, IC44, and the display 45 of the same structure as newly having been shown in a lens 42 and drawing 8 are attached to this transparent substrate 41, and differs from the 1st example shown in drawing 1 . 46 is a shading film for removing the stray light made from paint or printing of the three-layer vacuum evaporationo of Cr-CrO₂-Cr, and a black paint etc. What is necessary is just to form this shading film 46 in the front face, the side, or

the interior of the transparent substrate 41, and it may be necessary to prepare it in it if needed, like illustration. Lenses 2 and 42 may be formed by sticking a curved-surface-like resin thin film on the front face of the transparent substrate 41, and in case they manufacture the transparent substrate 41, you may really form them by fabrication.

[0043] As an example of a display 45, although a liquid crystal display can be made on transparent substrates, such as glass, with TFT technology, if solid-state-image-pickup-device 8 grade is not on a silicon substrate, it will be hard to make it. In this example, since the solid state image pickup device 8 and the display 45 were divided into the respectively different substrate and prepared, it is advantageous in cost rather than it prepares on the same substrate. In addition, it is infrared light to the quality of the material of the transparent substrate 41 or lenses 2 and 42. Moreover, you may make it prepare the interference film which has an infrared cut function in the front face of thin film 9a of the adjustable mirror 9, a lens 42, or transparent substrate 41 grade for an infrared cut. Furthermore, this example removes a solid state image pickup device 8, and you may make it constitute it as display which gave an observation function like opera glass to optical system.

[0044] At this example, since two adjustable mirrors 9 and 43 which can change the configuration of a reflector are used, zooming and focus doubling can be simultaneously performed by driving these. And deflection prevention, temperature-and-humidity compensation, compensation of the error at the time of subassembly, moire removal, and highly minute-ization of a picture are realizable by impressing the suitable voltage for the plurality of these adjustable mirrors 9 and 43, or one electrode like various examples as stated above.

[0045] 8th example drawing 30 is drawing showing the 8th example of the optical equipment by this invention. This example is an example of the signal processor for optical calculation and optical interconnections used for optical signal processing, such as an optical computer. The same sign is given to the same member on the thing in an example as stated above, and substance among drawing, and detailed explanation is omitted. The computer connected to the arithmetic unit 14 for the 2-dimensional array of the laser diode in which 47 has input signal terminal 47a, and 48 driving the adjustable mirror 9 of the structure shown in drawing 5, and 49 are 2-dimensional photodiode arrays for light-receiving which have output signal terminal 49a.

[0046] According to this example, the light which carried out outgoing radiation based on the input signal from the 2-dimensional array 47 of a laser diode follows a path as shown by the arrow in drawing, and it carries out image formation on the 2-dimensional photodiode 49 with prism 20. Thus, according to the signal inputted into input signal terminal 47a, an output signal is obtained from output signal terminal 49a. In this case, when the configuration of prism 20 changes with change of temperature and humidity, the adjustable mirror 9 acts so that the lightwave signal which compensated this change and carried out outgoing radiation from the 2-dimensional array 47 of a laser diode may carry out image formation on the 2-dimensional photodiode array 49 correctly. Moreover, by making the reflector (thin film 9a) of the adjustable mirror 9 transform, and shifting the image position of the 2-dimensional array 47 of a laser diode on the light-receiving side of the 2-dimensional photodiode array 49 with the signal from a computer 48, the photodiode in the 2-dimensional photodiode array 49 which receives the light from the 2-dimensional array 47 of a laser diode can be switched alternatively, and various operations can also be performed.

[0047] When deformation by change of the temperature and humidity of prism 20 is minute, or when the various above-mentioned operations are not required, as shown in drawing 31, the adjustable mirror 9 may be omitted. In addition, in order to reflect light in the front face of prism 20, it is good to give an aluminum coat etc. if needed, and you may make it this front face turn into a total reflection side. Moreover, you may make surface some or surface all of a portion except prism 20 from drawing 30 and 31 with ultra-fine processing technology, such as lithography.

[0048] 9th example drawing 32 is drawing showing the 9th example of the optical equipment by this invention. This example is an example of the film camera which has functions, such as deflection prevention. The same sign is given to the same member on the thing in an example as stated above,

and substance among drawing, and detailed explanation is omitted. 50 is a silver salt film, it is used any of the thing of the structure shown in the thing of the structure shown in drawing 1 , the thing of the structure shown in drawing 5 , the thing of the structure shown in drawing 8 , and drawing 9 as an adjustable mirror 9 they are, and it replaces with the adjustable mirror 9 and the liquid crystal adjustable mirror 31 may be used.

[0049] In this example, it is reflected by the adjustable mirror 9 (liquid crystal adjustable mirror 31), and image formation of the light from the body which passed along the taking lens 32 is carried out on the silver salt film 50. And deflection prevention, temperature-and-humidity compensation, focus doubling, etc. may be performed by controlling suitably the voltage impressed to this adjustable mirror 9 (liquid crystal adjustable mirror 31).

[0050] Here, change of the reflector (thin film 9a) in the various above-mentioned adjustable mirrors 9 will carry out, and a way will be explained with reference to the 1st example (drawing 1). When there is a body far away comparatively, an electric power switch 13 is turned OFF, and it sets up and places so that it may become even, as thin film 9a shows drawing 33 . When there is a body at a short distance, turn ON an electric power switch 13, impress voltage to electrode 9b, it is made to become concave-like as thin film 9a shows drawing 34 , and the force as which the flux of light is completed is strengthened. When a beam of light is oblique incidence at this time, in order to remove aberration, as for the configuration of thin film 9a, it is good for the direction of plane of incidence of a beam of light to make it become a configuration near the ellipsoid side where radius of curvature is large.

[0051] When aberration is in optical system with a manufacture error etc., as shown in drawing 34 , the voltage impressed to electrode 9b may be changed for every electrode partition, and thin film 9a may add the field configuration change for focus doubling to this that what is necessary is just to amend aberration as it becomes an unsymmetrical field configuration. When optical system changed by change of temperature and humidity etc., aberration occurs or a focus position shifts, change carries out and the way is the same. What is necessary is just to make thin film 9a transform so that the direction of an optical axis may be changed, when performing deflection prevention, or when shifting the flux of light in optical signal processing. That is, as shown in drawing 35 , it is good to impress voltage so that thin film 9a may be made to incline. Drawing 36 shows the configuration of thin film 9a in the case of changing the direction of an optical axis into an opposite direction.

[0052] Now the adjustable mirror 9 (drawing 1 , 5, eight references), the liquid crystal adjustable mirror 31 (refer to drawing 9), and the optical property adjustable prism 34 and 35 (refer to drawing 20) the focal distance of the optical system which is in before an image formation side behind from ψ (refer to drawing 35) and thin film 9a about the above-mentioned tilt angle of thin film 9a as what is arranged near the drawing position of optical system, back optical system, i.e., reflector, -- $f_2 \psi$, if it carries out Thin film 9a is the amount S of gaps of the optical axis to an image formation side, when only an angle ψ inclines. $S=2|f_2|\psi$ (4)

It is come out and given. In order to take out P , then the deflection prevention effect for the size of 1 pixel of a solid state image pickup device 8 $S=(1/2)P$ (5)

It comes out and a certain thing is required. When a deflection is large $S=P$ (6)

When you want to come out and to amend a big deflection like especially the photography on a boat $S=3P$ (7)

It is as good as *****. The above-mentioned formula (4) is substituted for the above (5), (6), and (7), and the following formula (8), (9), and (10) are obtained. namely, -- $4|f_2|\psi=P$ (8)

$2|f_2|\psi=P$ (9)

$|f_2|\psi=P$ (10)

Therefore, if any one of the above-mentioned formula (8), (9), and (10) is filled, the optical equipment which carried out deflection prevention is realizable.

[0053] Although a formula (8), (9), and (10) are applied when swaying in the example of the liquid crystal adjustable mirror 31 in drawing 18 and performing prevention etc., they shall take [*****]

one half of angle change of the optical axis of the outgoing radiation light from the liquid crystal adjustable mirror 31 in this case ψ . In the example shown in drawing 20, if two are adopted as 1/ ψ of the angle of refraction of the optical axis by the optical property adjustable prism 34, a formula (8), (9), and (10) will be realized similarly.

(1/2) $\psi < |\beta|[(n_e - n_o) / 2]$ (β is referring to drawing 21) (11)

Since come out and it is, it is a formula (8) and (9) (10). $2|\beta|[(n_e - n_o) / 2] > P / (4|f_2|)$ (12)

$2|\beta|[(n_e - n_o) / 2] > P / (2|f_2|)$ (13)

$2|\beta|[(n_e - n_o) / 2] > P / |f_2|$ (14)

*****. If it fills any of the above-mentioned formula (12), (13), and (14) they are, a deflection will be amended good. If it adopts the average magnitude of the particle of a film as P in swaying to a silver salt film camera etc. and adopting prevention, the above-mentioned formula will be realized. [0054] In addition, although the extended curved-surface prism 20 and 30 grades were used in some the examples of this invention, you may use the reflecting mirror 50 which has an extended curved surface as shown in instead of [those] at drawing 37. The configuration of the reflector of a reflecting mirror 50 is an extended curved surface. In this case, there is an advantage which says that a weight becomes light compared with extended curved-surface prism for hollow. Drawing 37 is the example of electronic image pck-up equipment (bar code scanner). Moreover, as shown in drawing 38, you may form optical system using two or more adjustable mirrors of this invention. In this case, for example, deflection prevention and focus adjustment can be performed by the separate adjustable mirror, and the flexibility on an optical design increases. Moreover, it sways with zooming of optical system, and focus adjustment using two or more adjustable mirrors of this invention with one optical system, and prevention etc. can be performed. Drawing 38 is the example of a digital camera. Although it is being able to say in common with the optical equipment of this invention, as for an adjustable mirror, to place near the drawing of optical system is good. Near the drawing, since beam-of-light quantity is low, an adjustable mirror can be made small, and it is advantageous in respect of a speed of response, cost, and a weight.

[0055] As explained above, the optical equipment of this invention has the following feature besides the feature indicated to the claim.

[0056] (1) Optical property good light variation study element.

[0057] (2) Optical property adjustable mirror.

[0058] (3) The optical property adjustable mirror which consists of an organic material or synthetic resin.

[0059] (4) The optical property adjustable mirror using electromagnetic force.

[0060] (5) The optical property adjustable mirror have a permanent magnet and using electromagnetic force.

[0061] (6) The optical property adjustable mirror have a coil and a permanent magnet and using electromagnetic force.

[0062] (7) The optical property adjustable mirror have the coil united with the permanent magnet and the mirror substrate, and using electromagnetic force.

[0063] (8) The optical property adjustable mirror have the permanent magnet united with the coil and the mirror substrate, and using electromagnetic force.

[0064] (9) The optical property adjustable mirror have the permanent magnet united with two or more coils and the mirror substrate, and using electromagnetic force.

[0065] (10) The optical property adjustable mirror have two or more coils and permanent magnets, and using electromagnetic force.

[0066] (11) The optical property adjustable mirror have two or more coils united with the permanent magnet and the mirror substrate, and using electromagnetic force.

[0067] (12) The optical property adjustable mirror have a coil and using electromagnetic force.

[0068] (13) The optical property adjustable mirror have two or more coils and using electromagnetic force.

- [0069] (14) The optical property adjustable mirror have a ferromagnetic and using electromagnetic force.
- [0070] (15) The optical property adjustable mirror have the coil by which opposite arrangement was carried out with the ferromagnetic, and using electromagnetic force.
- [0071] (16) The optical property adjustable mirror have the mirror substrate and coil of a ferromagnetic and using electromagnetic force.
- [0072] (17) The optical property adjustable mirror which combined the optical property adjustable lens and the mirror.
- [0073] (18) Optical property adjustable extension curved-surface optical element.
- [0074] (19) The optical property good light variation study element equipped with two or more electrodes.
- [0075] (20) The optical property adjustable mirror equipped with two or more electrodes.
- [0076] (21) The above (1) you are made to drive by the electrostatic force, or an optical property good light variation study element given in (19).
- [0077] (22) The above (2) you are made to drive by the electrostatic force, or an optical property adjustable mirror given in (20).
- [0078] (23) An optical property adjustable extension curved-surface optical element given in the above (18) you are made to drive by the electrostatic force.
- [0079] (24) The above (1) using the piezo-electric matter, or an optical property good light variation study element given in (19).
- [0080] (25) The above (2) using the piezo-electric matter, or an optical property adjustable mirror given in (20).
- [0081] (26) An optical property adjustable extension curved-surface optical element given in the above (18) using the piezo-electric matter.
- [0082] (27) The optical property adjustable lens equipped with two or more electrodes.
- [0083] (28) Optical property adjustable prism equipped with two or more electrodes.
- [0084] (29) An optical property adjustable lens given in the above (27) equipped with two fields which cross mutually.
- [0085] (30) Optical property adjustable prism given in the above (28) equipped with two fields which cross mutually.
- [0086] (31) The above (1) using liquid crystal, or an optical property good light variation study element given in (19).
- [0087] (32) The above (2) using liquid crystal, or an optical property adjustable mirror given in (17).
- [0088] (33) An optical property adjustable extension curved-surface optical element given in the above (18) using liquid crystal.
- [0089] (34) An optical property adjustable lens given in the above (27) using liquid crystal.
- [0090] (35) Optical property adjustable prism given in the above (28) using liquid crystal.
- [0091] (36) An optical property good light variation study element given in the above (31) which changed the orientation of liquid crystal by changing the frequency of applied voltage.
- [0092] (37) An optical property adjustable mirror given in the above (32) which changed the orientation of liquid crystal by changing the frequency of applied voltage.
- [0093] (38) An optical property adjustable extension curved-surface optical element given in the above (33) which changed the orientation of liquid crystal by changing the frequency of applied voltage.
- [0094] (39) An optical property adjustable lens given in the above (34) which changed the orientation of liquid crystal by changing the frequency of applied voltage.
- [0095] (40) Optical property adjustable prism given in the above (35) which changed the orientation of liquid crystal by changing the frequency of applied voltage.
- [0096] (41) Drawing, micro shutter, or drawing combination micro shutter which moves by the electrostatic force.

[0097] (42) Drawing, micro shutter, or micro [drawing-cum-] shutter made with lithography technology.

[0098] (43) Optical system which equipped the above (1), (19), (21), (24), (31), or (36) with the optical property good light variation study element of a publication.

[0099] (44) Optical system which equipped the above (2), either of (17) or the above (20), (22), (25), (32), or (37) with the optical property adjustable mirror of a publication.

[0100] (45) Optical system which equipped the above (18), (23), (26), (33), or (38) with the optical property adjustable extension curved-surface optical element of a publication.

[0101] (46) Optical system which equipped the above (27), (29), (34), or (39) with the optical property adjustable lens of a publication.

[0102] (47) The above (28), (30), and (35) Or optical system which equipped (40) with the optical property adjustable prism of a publication.

[0103] (48) Optical system which equipped the above (41) or (42) with drawing of a publication, the micro shutter, or the micro [drawing-cum-] shutter.

[0104] (49) Optical system given in the above (43) or any of (48) containing extended curved-surface prism they are.

[0105] (50) Optical system given in the above (43) or any of (48) containing an extended curved-surface reflecting mirror they are.

[0106] (51) Optical system given in the above (43) or any of (50) containing a tabular unit they are.

[0107] (52) Optical system equipped with the adjustable mirror to which a beam of light is made to put slanting ON to the plane of incidence of an adjustable mirror.

[0108] (53) Optical system which equipped the above (41) or (42) with drawing of a publication, the micro shutter, or the micro [drawing-cum-] shutter.

[0109] (54) Optical system given in the above (43) or any of (52) containing the frame using the optical element or synthetic resin using synthetic resin they are.

[0110] (55) Optical system characterized by compensating change of the image formation state of optical system by changing the optical property of an optical property good light variation study element.

[0111] (56) Optical system with which any of the temperature change of optical system, humidity, a manufacture error, a deflection, and a focus gap or one or more were mainly compensated by changing the optical property of an optical property good light variation study element.

[0112] (57) Optical system equipped with the optical property good light variation study element which sways and has a prevention function.

[0113] (58) Optical system which has the improvement function in resolution equipped with the optical property good light variation study element.

[0114] (59) Optical system which has the moire removal function equipped with the optical property good light variation study element.

[0115] (60) Optical system which has the zoom function equipped with the optical property good light variation study element.

[0116] (61) Optical system which has signal transduction or a signal-processing function equipped with at least one of an optical property good light variation study element, extended curved-surface prism, and the tabular units.

[0117] (62) Optical system given in the above (55) or any of (61) they are. [which equipped the above (43) or (54) with any one of the optical system of a publication]

[0118] (63) Optical system equipped with the adjustable mirror which sways and has a prevention function.

[0119] (64) Optical system equipped with the adjustable lens which sways and has a prevention function.

[0120] (65) Optical system equipped with the optical property good light variation study element which can change two or more focal distances.

[0121] (66) Image pick-up equipment containing optical system given in any [the above (43) or] of (65) they are.

[0122] (67) Electronic image pick-up equipment containing optical system given in any [the above (43) or] of (65) they are.

[0123] (68) Observation equipment containing optical system given in any [the above (43) or] of (65) they are.

[0124] (69) Optical equipment containing optical system given in any [the above (43) or] of (65) they are.

[0125] (70) Image formation equipment containing optical system given in any [the above (43) or] of (65) they are.

[0126] (71) The signal processor containing optical system given in any [the above (43) or] of (65) they are.

[0127]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, optical equipment, i.e., the image pick-up equipment, observation equipment, a signal processor, display, etc. of the various kinds which realized deflection prevention, focusing, i.e., focus doubling, compensation to change of the optical element by change of temperature and humidity, compensation of the manufacture error of optical system, etc. can be manufactured simply and small by having used the optical property good light variation study element, for example, an adjustable mirror.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the 1st example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the 2nd example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 3] a part of drawing 2 which removes and shows extended curved-surface prism -- it is an expansion plan

[Drawing 4] It is the plan of an example of drawing used in the 2nd example.

[Drawing 5] It is drawing showing other examples of an optical property adjustable mirror.

[Drawing 6] It is the plan showing an example of the electrode disposition of the adjustable mirror shown in drawing 5 .

[Drawing 7] It is the plan showing other examples of the electrode disposition of the adjustable mirror shown in drawing 5 .

[Drawing 8] It is drawing showing the example of further others of an optical property adjustable mirror.

[Drawing 9] It is drawing showing the example of further others of an optical property adjustable mirror.

[Drawing 10] It is drawing showing the example of further others of an optical property adjustable mirror.

[Drawing 11] It is drawing showing the example of further others of an optical property adjustable mirror.

[Drawing 12] It is the plan showing an example of the thin film coil used for the adjustable mirror shown in drawing 11 .

[Drawing 13] It is drawing showing the modification of the adjustable mirror shown in drawing 11 .

[Drawing 14] It is drawing showing the example of further others of an optical property adjustable mirror.

[Drawing 15] It is the plan showing an example of arrangement of the coil used for the adjustable mirror shown in drawing 14 .

[Drawing 16] It is the plan showing other examples of arrangement of the coil used for the adjustable mirror shown in drawing 14 .

[Drawing 17] It is the plan showing arrangement of the permanent magnet suitable for the **** coil arrangement shown in drawing 16 .

[Drawing 18] It is drawing showing the 3rd example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 19] It is drawing showing change of the liquid crystal in the liquid crystal adjustable mirror shown in drawing 18 .

[Drawing 20] It is drawing showing the 4th example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 21] It is drawing for explaining the detailed structure of the optical property adjustable prism used for the example shown in drawing 20 , and an operation.

[Drawing 22] It is drawing showing the index ellipsoid of liquid crystal.

[Drawing 23] It is drawing showing one example of refraction property angle-of-deviation prism applicable to the example shown in drawing 20 .

[Drawing 24] It is drawing showing the situation of the change of state of the refraction property angle-of-deviation prism shown in drawing 23 .

[Drawing 25] It is drawing showing one example of a variable-focus lens applicable to the example shown in drawing 20 .

[Drawing 26] It is drawing showing the situation of the change of state of a variable-focus lens shown in drawing 25 .

[Drawing 27] It is drawing showing the 5th example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 28] It is drawing showing the 6th example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 29] It is drawing showing the 7th example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 30] It is drawing showing the octavus example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 31] It is drawing showing the modification of the example shown in drawing 30 .

[Drawing 32] It is drawing showing the 9th example of the optical equipment by this invention.

[Drawing 33] It is drawing showing the ordinary state of the adjustable mirror used for drawing 1 .

[Drawing 34] It is drawing showing one change of state of the adjustable mirror shown in drawing 33 .

[Drawing 35] It is drawing showing other changes of state of the adjustable mirror shown in drawing 33 .

[Drawing 36] It is drawing showing the change of state of further others of the adjustable mirror shown in drawing 33 .

[Drawing 37] It is drawing showing an example of the optical equipment by this invention using the reflecting mirror which has an extended curved surface.

[Drawing 38] It is drawing showing an example of the optical equipment by this invention using the adjustable mirror two or more.

[Drawing 39] It is drawing showing the composition of the conventional digital camera.

[Description of Notations]

1, 2, 6, 42 Lens

3 Seven Lens frame

4, 20, 30 Prism

5 21 Mirror

8 Solid State Image Pickup Device

9 43 Optical property adjustable mirror

9a Thin film (reflector)

9b, 9d, 19c, 31c Electrode

9c [] a piezoelectric device

9e, 10, 18, 31b Substrate

11, 11a, 11b Variable resistor

12, 12a, 12b Power supply

13, 13a, 13b Electric power switch

14 Arithmetic Unit

15 Thermo Sensor

16 Humidity Sensor

17 Distance Robot

18 Silicon Substrate

19 Micro Shutter

19a Fixed electrode

19b Gobo

22 Drawing

23 Susceptor

24 Hand Deflection Sensor
25 28 Drive circuit
26 Permanent Magnet
27 Coil
28 Thin Film Coil
29 Switch
31 Liquid Crystal Adjustable Mirror
31a, 34b, 34h, 36f, 36g, 36h, 37f, 37g, 37h Transparent electrode
31d Twist nematic liquid crystal
32 Taking Lens
33 Drawing
34 35 Optical property adjustable prism
34a, 34e, 34i, 36a, 36b, 37a, a 37b transparent substrate
34c, 34g, 35c, 35g, 36c Liquid crystal
36 Refractive-Index Property Angle-of-Deviation Prism
37 Variable-focus Lens
38 Frame
39 Driving Gear
40 Code
41 Transparent Substrate
44 IC
45 Display
46 Shading Film
47 2-dimensional Array of Laser Diode
47a Input signal terminal
48 Computer
49 2-dimensional Photodiode Array for Light-receiving
49a Output signal terminal
50 Reflecting Mirror
beta, theta, psi Angle
L1, L2 Incident ray

[Translation done.]

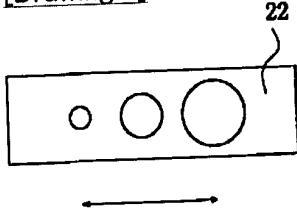
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 4]



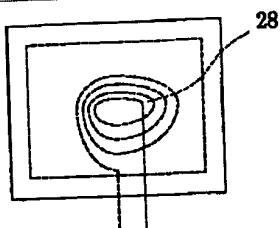
[Drawing 6]



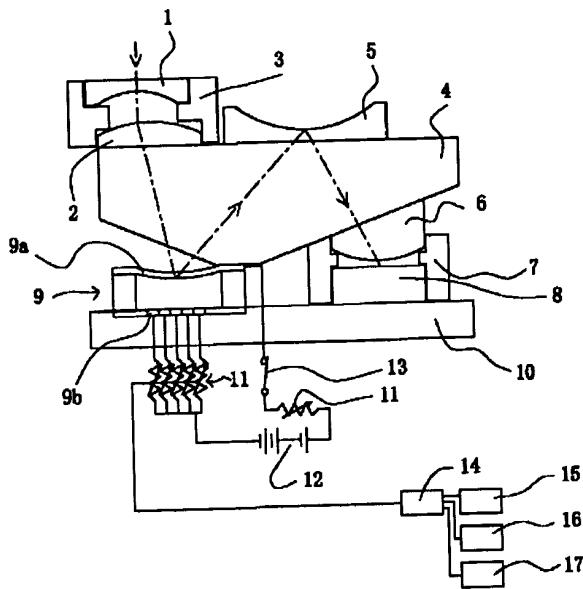
[Drawing 7]



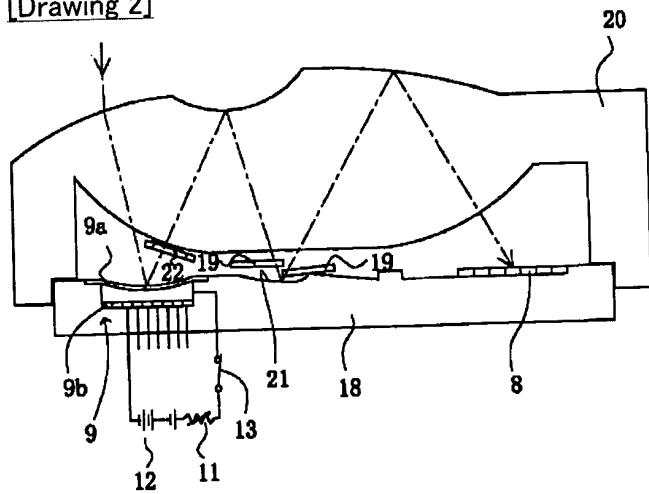
[Drawing 12]



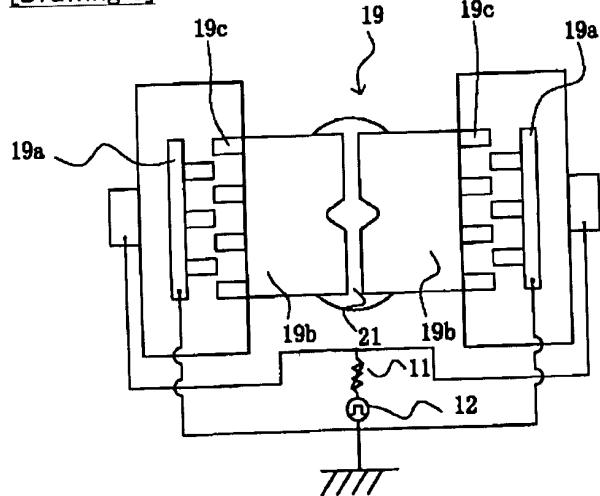
[Drawing 1]



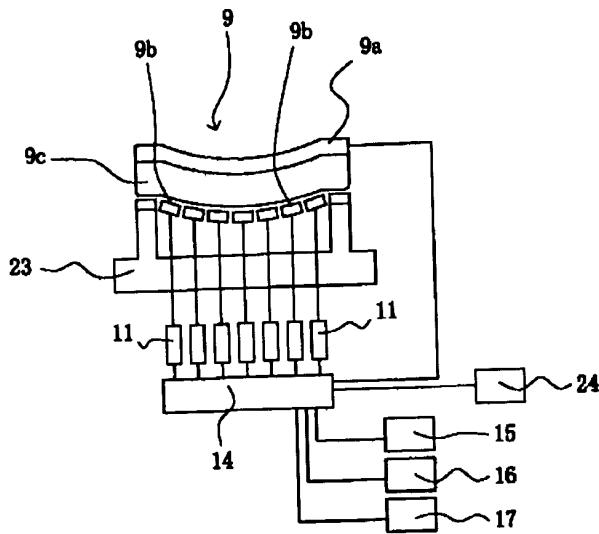
[Drawing 2]



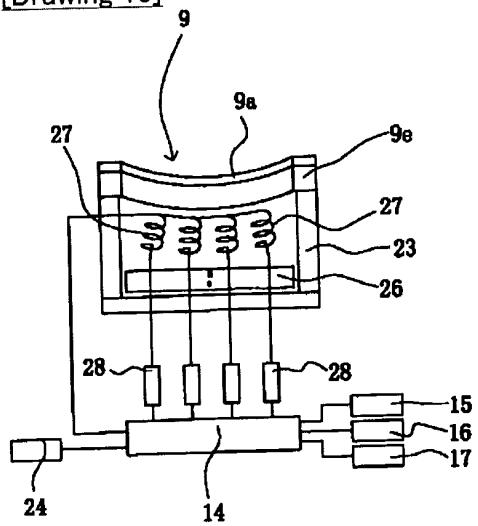
[Drawing 3]



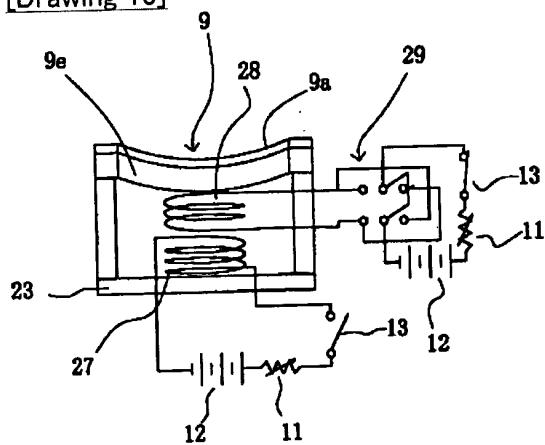
[Drawing 5]



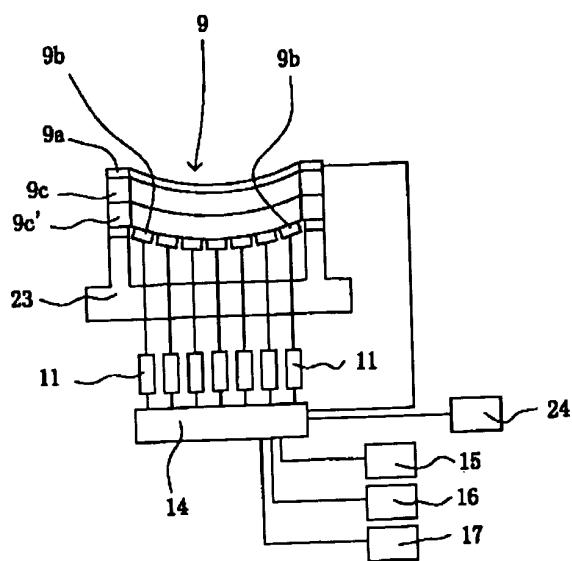
[Drawing 10]



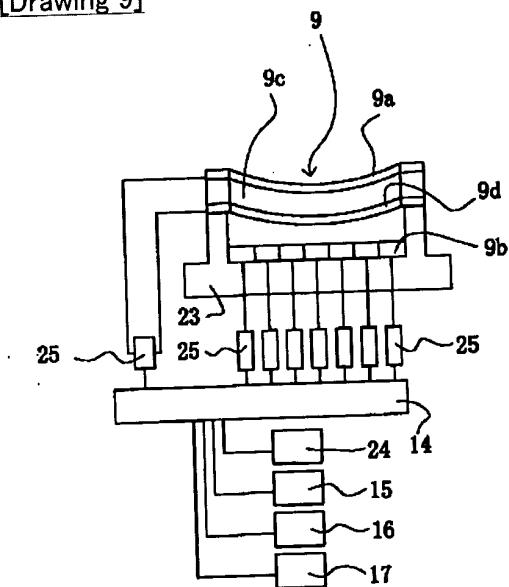
[Drawing 13]



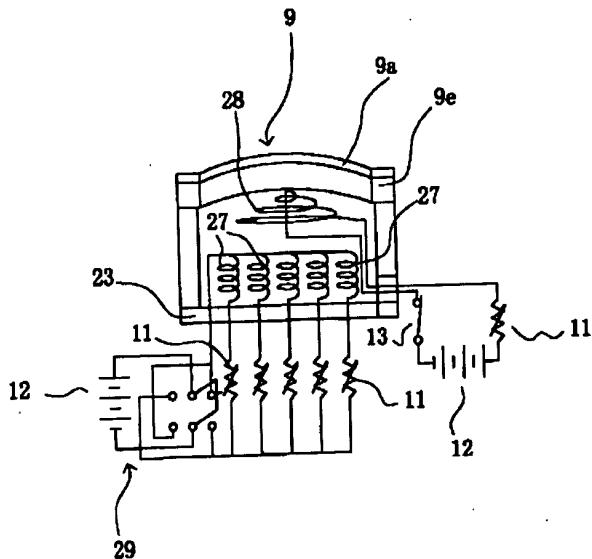
[Drawing 8]



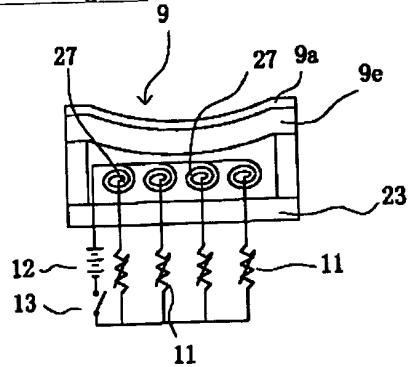
[Drawing 9]



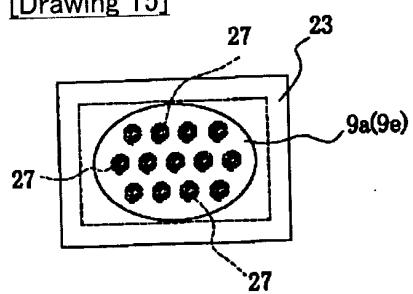
[Drawing 11]



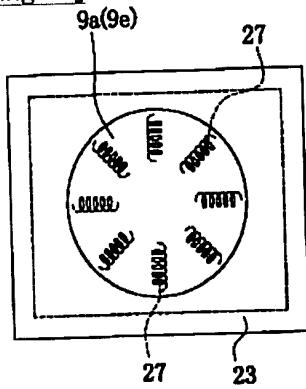
[Drawing 14]



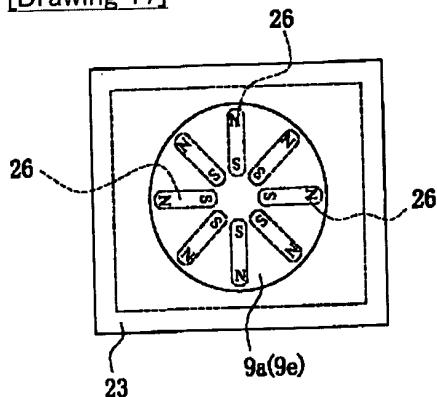
[Drawing 15]



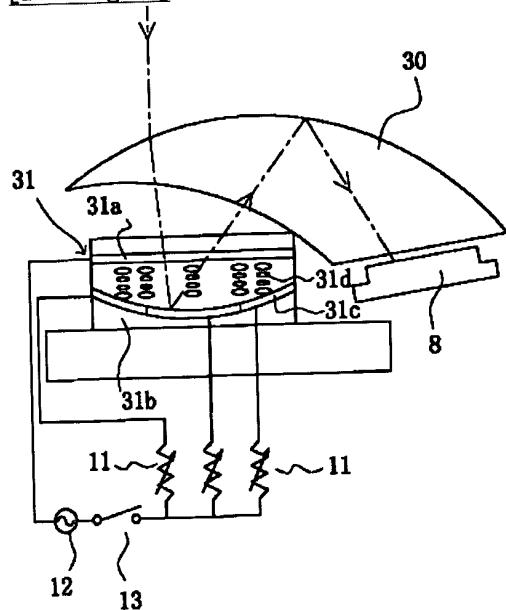
[Drawing 16]



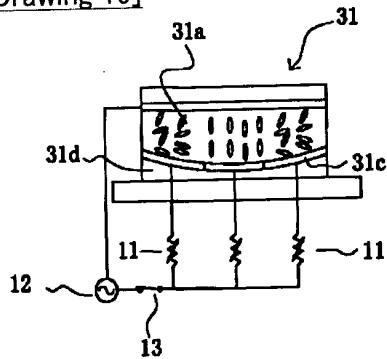
[Drawing 17]



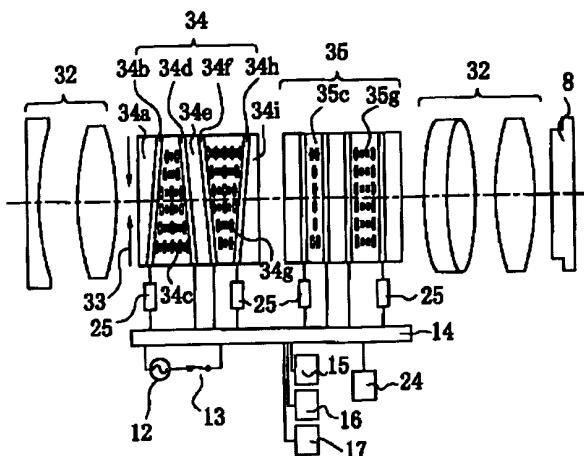
[Drawing 18]



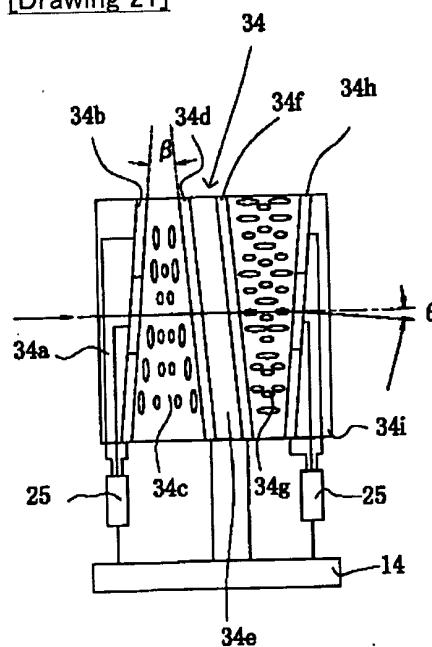
[Drawing 19]



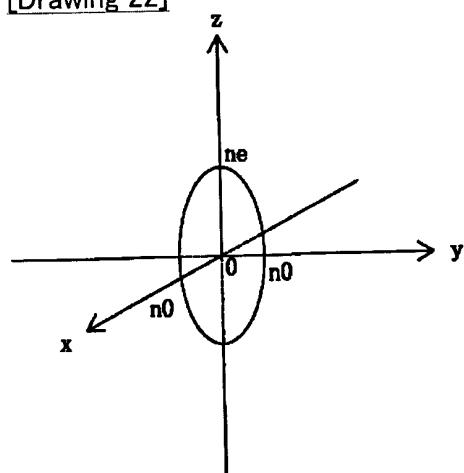
[Drawing 20]



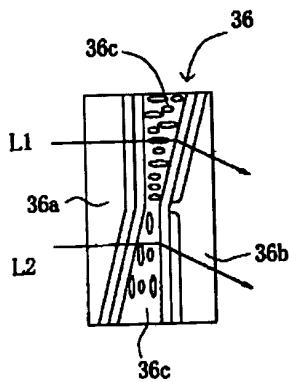
[Drawing 21]



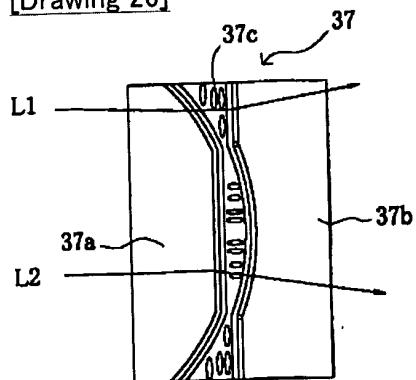
[Drawing 22]



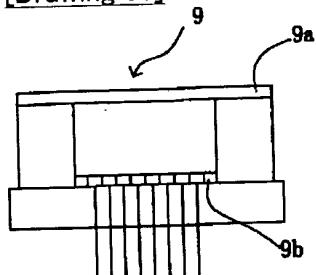
[Drawing 24]



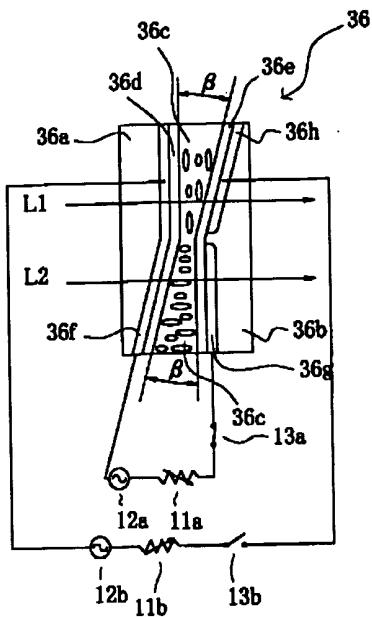
[Drawing 26]



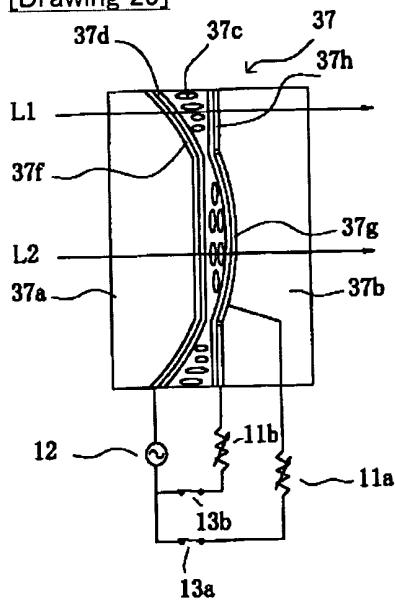
[Drawing 33]



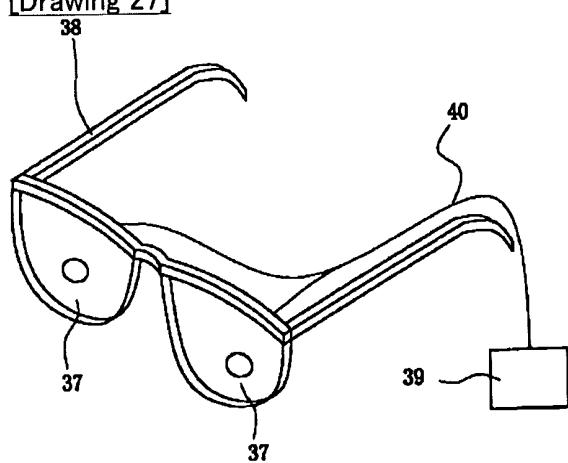
[Drawing 23]



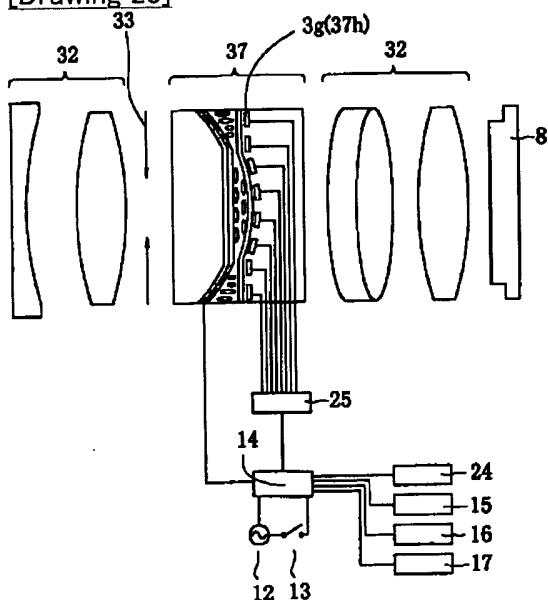
[Drawing 25]



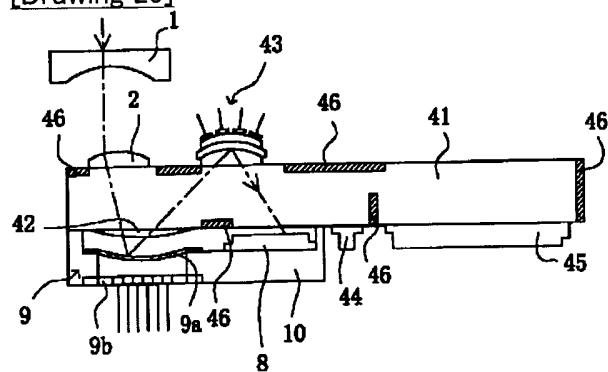
[Drawing 27]



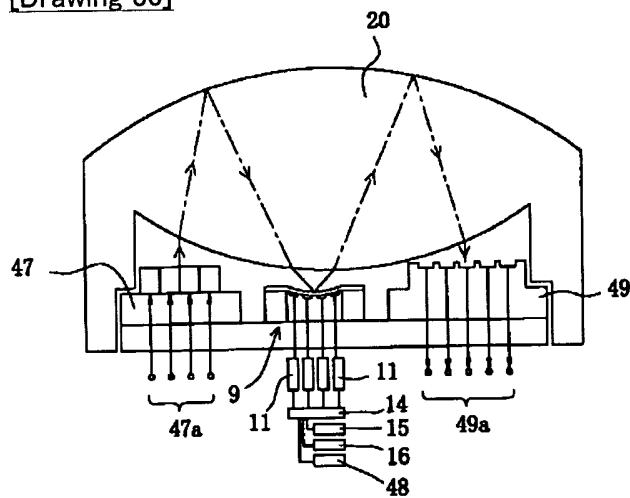
[Drawing 28]



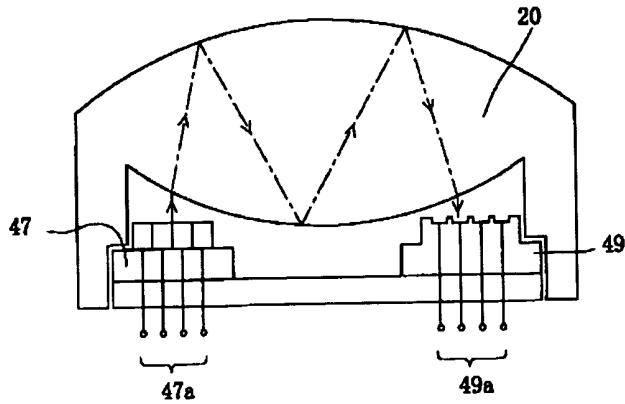
[Drawing 29]



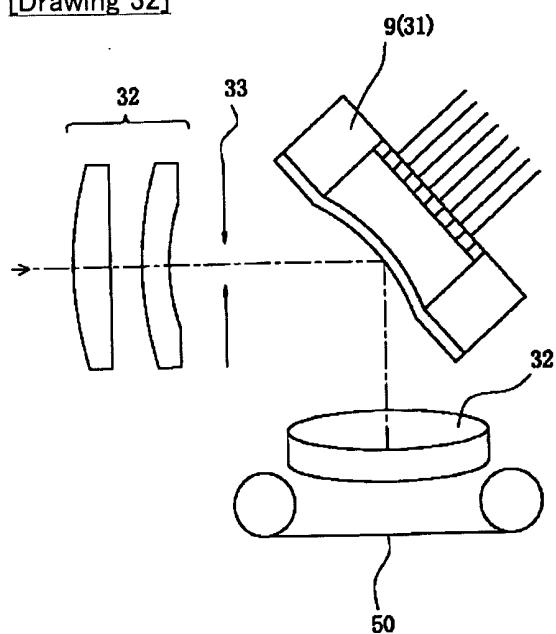
[Drawing 30]



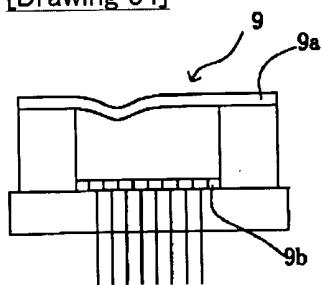
[Drawing 31]



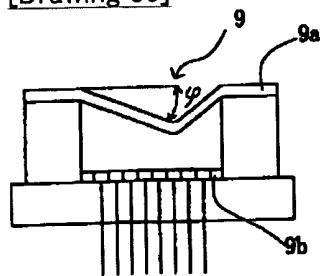
[Drawing 32]



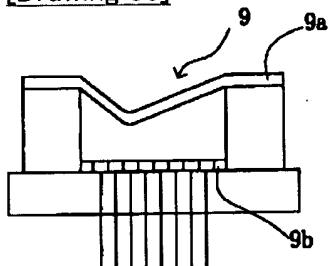
[Drawing 34]



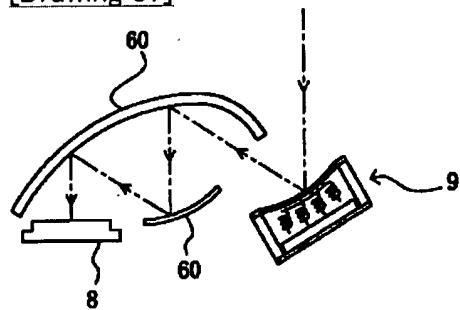
[Drawing 35]



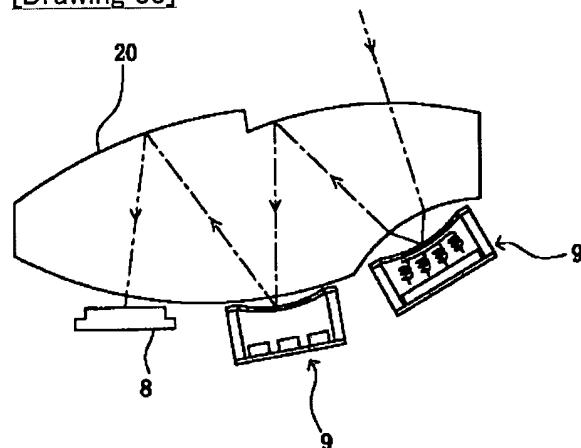
[Drawing 36]



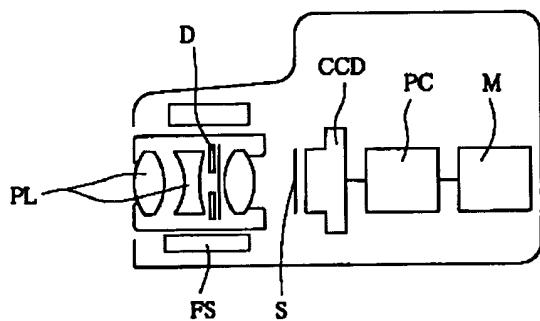
[Drawing 37]



[Drawing 38]



[Drawing 39]



[Translation done.]

(51) Int.Cl.⁷
G 0 2 B 17/00
3/14
5/10
15/00
G 0 3 B 5/00

識別記号

F I
G 0 2 B 17/00
3/14
5/10
15/00
G 0 3 B 5/00

テ-マコ-ト(参考)
Z 2 H 0 4 2
2 H 0 8 7
B 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平11-72557
(22)出願日 平成11年3月17日(1999.3.17)

(71)出願人 000000376
オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(72)発明者 西岡 公彦
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ
ンパス光学工業株式会社内
(74)代理人 100065824
弁理士 篠原 泰司 (外1名)

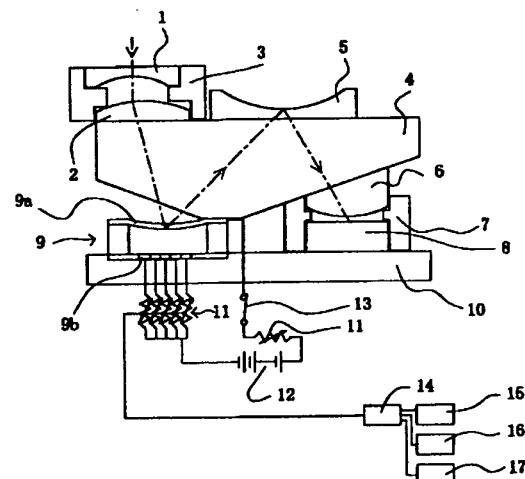
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学装置

(57)【要約】

【課題】 溫度変化等による結像性能或いは各種光学性能の変化を補償し得る各種の光学装置を提供する。

【解決手段】 光学装置は、入射光を固体撮像素子8上に結像させるため、レンズ1, 2, 6と、プリズム4と、光学特性可変ミラー9と、ミラー5を備えている。光学特性可変ミラー5は、薄膜(反射面)9aと複数の分割された電極9bとから成っていて、演算装置14を介し温度センサー15, 温度センサー16及び距離センサー17からの信号に応じて電極9bに印加される電圧を変化させることにより、各光学要素の温温度等の変化による光学特性の変化を補償するように、反射面9aの形状を変える。それにより、固体撮像素子8の受像面上には常に鮮明な物体像が形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学特性可変光学素子から成る光学装置。

【請求項2】 光学特性可変ミラーから成る光学装置。

【請求項3】 前記光学特性可変ミラーは光学特性可変レンズとミラーとの組合せから成っている請求項2に記載の光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光学特性可変光学素子、光学特性可変ミラー又はこれらの組合せを含む光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、デジタルカメラは、図39に示すように、プラスチックレンズPL、絞りD、フォーカシング用ソレノイドFS、シャッターS、電荷結合型固体撮像素子CCD、信号処理回路PC及びメモリーM等の構成部品を集めて、これらを組み立てることにより作られていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、一般にプラスチックレンズは、温度や湿度の変化により屈折率や形状が変化するため、結像性能は温度変化により低下する。従って、ガラスレンズが多用され、製品の軽量化や高精度化やコストダウンには限界があった。

【0004】 本発明は、かかる実情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、温湿度変化等による結像性能或いは各種光学性能の変化を補償し得る各種光学装置、例えば、デジタルカメラ、電子内視鏡、携帯情報端末(PDA)、テレビ電話、VTRカメラ、テレビカメラ、フィルムカメラ、顕微鏡、レーザスキャニング顕微鏡、バーコードスキャナー、バーコードリーダー、光ディスクのピックアップ等を提供しようとするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明による光学装置は、光学特性可変光学素子から成っている。また、本発明による光学装置は、光学特性可変ミラーから成っている。本発明によれば、光学特性可変ミラーは光学特性可変レンズとミラーとの組合せから成っている。

【0006】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施の形態を図示した実施例に基づき説明する。

実施例1

図1は本発明による光学装置の第1実施例を示す図である。図中、1及び2はレンズ棒3に保持された合成樹脂製レンズ、4は合成樹脂製のプリズム、5はミラー、6はレンズ棒7に保持された合成樹脂製レンズ、8はレンズ棒7に保持された固体撮像素子、9はアルミコーティ

ングされた薄膜(反射面)9aと複数の電極9bから成る光学特性可変ミラー(以下、単に可変ミラーと云う)、10は基板、11は各電極9bにそれぞれ接続された複数の可変抵抗器、12は可変抵抗器11と電源スイッチ13を介して薄膜9aと電極9b間に接続された電源、14は複数の可変抵抗器11の抵抗値を制御するための演算装置、15、16及び17はそれぞれ演算装置14に接続された温度センサー、温度センサー及び距離センサーで、これらは図示の如く配設されて一つの光学装置を構成している。

【0007】 なお、レンズ1、2、6及びプリズム4の各面は、球面、平面、回転対称非球面のほか光軸に対して偏心した球面、平面、回転対称非球面、或いは対称面を有する非球面、対称面を一つだけ有する非球面、対称面のない非球面、自由曲面、微分不可能な点または線を有する面等如何なる形状をしていても良く、更に反射面でも屈折面でも光に何らかの影響を与え得る面ならば良い。以下、これらの面を総称して「拡張曲面」と云う。

【0008】 また、薄膜9aは、例えば、P. Rai-choud

hury編、Handbook of Microlithography, Micromachining and Microfabrication, Volume 2 :Micromachining and Microfabrication, P495, Fig. 8. 58, SPIE PRESS刊やOptics Communications, 140巻(1997年)P187~190に記載されているメンブレンミラーのように、複数の電極9bとの間に電圧が印加されると、静電気力により薄膜9aが変形してその面形状が変化するようになっており、これにより、レンズ1、2、6及び/又はプリズム4の温度や湿度変化による変形や屈折率の変化或いはレンズ棒3及び7等の伸縮や変形及び光学素子、棒等の部品の組立誤差による結像性能の低下が抑制され、常に適正にピント調整並びにピント調整で生じた収差の補正が行われ得る。

【0009】 本実施例によれば、物体からの光は、レンズ1、2及びプリズム4の各入射面と出射面で屈折され、可変ミラー9で反射され、ミラー5で更に反射され、レンズ6を介して固体撮像素子8に入射するようになっている。このように、レンズ1、2、6、プリズム4、ミラー5及び可変ミラー9は、本実施例による光学装置の撮像光学系を構成しており、これらの各光学素子の面と肉厚を最適化することにより、物体像の収差を最小にすることが出来るようになっている。即ち、反射面としての薄膜9aの形状は、結像性能が最適になるように演算装置14からの信号により各可変抵抗器11の抵抗値を変化させることにより制御される。即ち、演算装置14への温度センサー15、温度センサー16及び距離センサー17から、周囲温度及び湿度並びに物体までの距離に応じた大きさの信号が入力され、演算装置14は、これらの入力信号に基づき周囲の温度及び湿度条件と物体までの距離による結像性能の低下を補償すべく薄膜9aの形状が決定されるような電圧が電極9bに印加

40

されるように可変抵抗器11の抵抗値を決定するための信号を出力する。このように薄膜9aは電極9bに印加される電圧即ち静電気力で変形させられるため、その形状は状況により非球面を含む様々な形状をとり、印加される電圧の極性を変えれば凸面とすることも出来る。なお、距離センサー17は無くてもよく、その場合薄膜9aの形状を多少変化させて、固体撮像素子からの像の信号の高周波成分がほぼ最大になるように薄膜9aの形状を決めればピント合わせができる。

【0010】本実施例では、固体撮像素子8と可変ミラー9とは別体で基板10上に配置されているが、可変ミラー9はシリコンリソグラフィープロセス等で作ることも出来るので、基板10をシリコンで形成し、固体撮像素子8と共にリソグラフィープロセスで可変ミラー9の少なくとも一部を基板10上に形成するようにしても良い。このようにすれば、装置の小型化と低コスト化の点で有利である。また、薄膜9aをポリイミド等の合成樹脂で製作すれば、低電圧でも大きな変形が可能であるので好都合である。なお、固体撮像素子8と可変ミラー9と基板10を上述のように一体的に形成してユニット化することが出来るが、このユニットは本発明による光学装置の一例である。

【0011】また、図示を省略したが、基板10上に反射型液晶ディスプレー又は透過型液晶ディスプレー等の表示素子をリソグラフィープロセスにより一体的に形成してもよい。なお、この基板10はガラス或いは石英等の透明物質で形成しても良い。その場合は、ガラス基板上に薄膜トランジスター等の技術を用いて固体撮像素子や液晶ディスプレーを形成すれば良い。或いは、これらの表示素子を別体で作り、基板10上に配置しても良い。

【0012】光学素子1, 2, 4, 5, 6は、プラスチックモールド等で形成することにより任意の所望形状の曲面を容易に形成することができ、製作も簡単である。なお、本実施例の撮像装置では、レンズ1のみがプリズム4から離れて形成されているが、レンズ1を設けることなく収差を除去することができるよう光学素子2, 4, 6, 9を設計すれば、可変ミラー9を除く光学素子は一つの光学ブロックとなり、組立てが容易となる。また、光学素子1, 2, 4, 5, 6の一部或いは全部をガラスで作成しても良く、このように構成すれば更に精度の良い撮像装置が得られる。

【0013】実施例2

図2は、本発明による光学装置の第2実施例を示す図である。図中、第1実施例で示した部材と実質上同一の部材には同一符号が付されている。本実施例では、一枚のシリコン基板18上に反射面9a、マイクロマシン技術で作られた静電気力で動くマイクロシャッター19、撮像素子8等がリソグラフィープロセスで作られている。そして、このシリコン基板18とモールドで作った拡張

曲面プリズム20とを組み合わせれば、光学装置として小型のデジタルカメラ用撮像ユニットが出来上がる。なお、マイクロシャッター19は、絞りを兼ねることもできるようになっている。拡張曲面プリズム20は、プラスチックモールドで作ると安価にできる。また、拡張曲面プリズム20をエネルギー硬化型樹脂で作れば、熱可塑性樹脂で作るよりも耐久性があるので好ましい。また、拡張曲面プリズム20を赤外光を吸収する性質の材料を用いて構成して、赤外カットフィルター効果を持たせててもよい。或いは、拡張曲面プリズム20の光路中の何れかの面に赤外光を反射する干渉膜を設けて、赤外光をカットするようにしてもよい。ミラー21は、シリコン基板18を凹面に加工し、アルミコートすることによって形成されている。マイクロシャッター19は、例えば、特開平10-39239号の図8、図9に示されているようなシャッターを改良したものを用いることができる。

【0014】図3は拡張曲面プリズムを除去して図2の光学装置を上方から見た、マイクロシャッター19付近の拡大図である。マイクロシャッター19は、固定電極19aと遮光板19bのそれぞれに設けられた電極19cに電位差を与えることによって、静電気力で二枚の遮光板19bを左右に開いたり閉じたりすることができるようになっている。ここで、二つの遮光板19bのそれぞれに、他方の遮光板19bに近い側の中央に三角形の凹部を設け、かつ二枚の遮光板19bを段違いに設置して、遮光板19bを途中まで開いた状態で撮像を行えば絞りとして動作し、遮光板19bを完全に閉じればシャッターとなるようになっている。電源12は+の電極を変えることができるようになっており、それに伴い、二枚の遮光板19bは逆方向に動くようになっている。また、二枚の遮光板19bは、完全に閉じた時には図2に示すように多少重なるように設計されている。

【0015】マイクロシャッター19は、リソグラフィープロセスで反射面9a、固体撮像素子8と共に一緒に作ることができるというメリットがある。なお、マイクロシャッター19としては、上記以外にも、特開平10-39239号の図47に示すようなマイクロシャッターを用いてもよい。或いは、本実施例の撮像装置に用いるシャッターとして、通常のフィルムカメラのシャッターのように、バネ、電磁力等で動作するシャッターを製作して、これをシリコン基板18に設置してもよい。

【0016】また、本実施例の撮像装置を、例えば、図2に示すように、別に絞り22を設けた構成としてもよい。絞り22としては、フィルムカメラのレンズに用いるような虹彩絞りでもよく、または、図4に示すような複数の穴あき板をスライドさせるような構成のものでもよい。或いは絞り開口面積の変わらない固定絞りであってもよい。また、マイクロシャッター19を絞りとしてのみ動作させ、固体撮像素子8の素子シャッターを用い

てシャッター機能を遂行させるようにしてもよい。また、本実施例の撮像装置は、電極9b、ミラー21、マイクロシャッター19、固体撮像素子8の少なくとも一つを別部品として作り、残りの部材と共に一枚の基板上に配置した構成としてもよい。

【0017】図5は可変ミラー9の第1及び第2実施例に用いられているのは異なる他の実施例を示している。この実施例では、薄膜9aと電極9bとの間に圧電素子9cが介装されていて、これらが支持台23上に設けられている。そして、圧電素子9cに加わる電圧を各電極9b毎に変えることにより、圧電素子9cに部分的に異なる伸縮を生じさせて、薄膜9aの形状を変えることが出来るようになっている。電極9bの形は、図6に示すように同心分割であっても良いし、図7に示すように矩形分割であっても良く、その他適宜の形のものを選択することが出来る。24は演算装置14に接続された振れ（ブレ）センサーであって、例えばデジタルカメラ撮影時の振れを検知し、振れによる像の乱れを補償するように薄膜9aを変形させるべく、演算装置14及び可変抵抗器11を介して電極9bに印加される電圧を変化させる。この時、温度センサー15、温度センサー16及び距離センサー17からの信号も同時に考慮され、ピント合せ、温湿度補償等が行われる。この場合、薄膜9aには圧電素子9cの変形に伴う応力が加わるので、薄膜9aの厚さは或る程度厚目に作られて相応の強度を持たせるようにするのが良い。

【0018】図8は可変ミラー9の更に他の実施例を示している。この実施例は、薄膜9aと電極9bの間に介置される圧電素子が逆方向の圧電特性を持つ材料で作られた二枚の圧電素子9c及び9c'で構成されている点で、図5に示された実施例とは異なる。即ち、圧電素子9cと9c'が強誘電性結晶で作られているとすれば、結晶軸の向きが互いに逆になるように配置される。この場合、圧電素子9cと9c'は電圧が印加されると逆方向に伸縮するので、薄膜9aを変形させる力が図5に示した実施例の場合よりも強くなり、結果的にミラー表面の形を大きく変えることができると云う利点がある。

【0019】圧電素子9c、9c'に用いる材料としては、例えば、チタン酸バリウム、ロッシエル塩、水晶、電気石、リン酸二水素カリウム（KDP）、リン酸二水素アンモニウム（ADP）、二オブ酸リチウム等の圧電物質、同物質の多結晶体、同物質の結晶、PbZrO₃とPbTiO₃の固溶体の圧電セラミックス、二フッ化ポリビニール（PVDF）等の有機圧電物質、上記以外の強誘電体等があり、特に有機圧電物質はヤング率が小さく、低電圧でも大きな変形が可能があるので好ましい。なお、これらの圧電素子を利用する場合、厚さを不均一にすれば、上記実施例において薄膜9aの形状を適切に変形させることも可能である。

【0020】図9は可変ミラー9の更に他の実施例を示

している。この変形例では、圧電素子9cが薄膜9aと電極9dにより挟持され、薄膜9aと電極9d間に演算装置14により制御される駆動回路25を介して電圧が印加されるようになっており、更にこれとは別に支持台23上に設けられた電極9bにも演算装置14により制御される駆動回路25を介して電圧が印加されるよう構成されている。従って、この実施例では、薄膜9aは、電極9dとの間に印加される電圧と電極9bに印加される電圧による静電気力により二重に変形され得、上記実施例に示した何れのものよりも、より多くの変形パターンが可能であり且つ応答性も早いと云う利点がある。

【0021】図10は可変ミラー9の更に他の実施例を示している。この実施例は電磁気力をを利用して反射面の形状を変化させ得るようにしたので、支持台23の内部底面上には永久磁石26が、頂面上には窒化シリコン又はポリイミド等から成る基板9eの周縁部が載置固定されており、基板9eの表面にはアルミニウム等の金属コートで作られた薄膜9aが付設されていて、可変ミラー9を構成している。基板9eの下面には複数のコイル27が配設されており、これらのコイル27はそれぞれ駆動回路28を介して演算装置14に接続されている。従って、各センサー15、16、17、24からの信号によって演算装置14において求められる光学系の変化に対応した演算装置14からの出力信号により、各駆動回路28から各コイル27にそれぞれ適当な電流が供給されると、永久磁石26との間に働く電磁気力で各コイル27は反発または吸収され、基板9e及び薄膜9aを変形させる。

【0022】この場合、各コイル27にはそれぞれ異なる量の電流を流すようにすることもできる。また、コイル27は一個でも良いし、永久磁石26を基板9eに付設しコイル27を支持台23の内部底面側に設けるようにしても良い。また、コイル27はリソグラフィー等の手法で作ると良く、更にコイル27には強磁性体より成る鉄芯を入れるようにしても良い。

【0023】図11は可変ミラー9の更に他の実施例を示している。この実施例では、基板9eの下面に薄膜コイル28が設けられ、これに対向して支持台23の内部底面上にコイル27が設けられている。そして、薄膜コイル28には必要に応じて適切な電流を供給するための可変抵抗器11、電源12及び電源スイッチ13が接続されている。また、各コイル27にはそれぞれ可変抵抗器11が接続されており、更に各コイル27と可変抵抗器11に電流を供給するための電源12とコイル27に流す電流の方向を変えるための切換え兼電源開閉用のスイッチ29が設けられている。従って、この実施例によれば、可変抵抗器11の抵抗値をそれぞれ変えることにより、各コイル27と薄膜コイル28との間に働く電磁気力を変化させ、基板9eと薄膜9aを変形させて、可

動ミラーとして動作させることが出来る。また、スイッチ29を反転しコイル27に流れる電流の方向を変えることにより、薄膜9aを凹面にも凸面にも変えることが出来る。

【0024】この場合、薄膜コイル28の巻き密度を図12に示すように場所によって変化させることにより、基板9e及び薄膜9aに所望の変形を与えるようにすることも出来る。また、図13に示すようにコイル27は一個でも良いし、また、これらのコイル27には強磁性体より成る鉄芯を挿入してもよい。また、支持台23により形成される空間内へ磁性流体を充填すれば、電磁気力は更に強くなる。

【0025】図14は可変ミラー9の更に他の実施例を示している。この実施例では、基板9eは鉄等の強磁性体で作られており、反射膜としての薄膜9aはアルミニウム等から成っている。この場合、薄膜コイルを設けなくても済むから、例えば図11に示した実施例に比べると構造が簡単で、製造コストを低減することができる。また、電源スイッチ13を切換え兼電源開閉用スイッチ29(図11参照)に置換すればコイル27に流れる電流の方向を変えることができ、基板9e及び薄膜9aの形状を自由に変えることができる。図15はこの実施例におけるコイル27の配置を示し、図16はコイル27*

$$P < 5\lambda$$

を満たすようになっている。ここで λ は光の波長で、可視光であれば $\lambda = 380\text{nm} \sim 700\text{nm}$ 程度である。ツイストネマチック液晶31dは、上記式(1)を満たすとき、入射光の偏光方向に関係なく屈折率が略等方的になるので、偏光板を設けなくてもボケのない可変焦点ミラ※

$$P < 15\lambda$$

であっても、実用上使用できる場合もある。ツイストネマチック液晶の代わりに上記式(1)又は(2)を満たす螺旋構造を持つ液晶例えばコレステリック液晶やスマートディスプレイ液晶等を用いても良い。また、ツイストネマチック液晶の代わりに高分子分散液晶、高分子安定化液晶を用いても良い。液晶の代わりに電気によって屈折率の変わる物質を用いても良い。

【0028】上記液晶可変ミラー31において、電極31a、31c間に電圧を印加すると、図19に示されるように液晶31dの方向が変わり、入射光に対する屈折率が低下するので、液晶可変ミラー31の反射作用例えば焦点距離が変化する。従って、オートフォーカス作用と共に、各可変抵抗器11の抵抗値を温度変化や撮影時のプレに対応して適宜調整するようにすれば、プリズム30の温度変化に対する補償や撮影時の振れ防止を行うことが可能となる。また、撮影中に電極31cに印加される電圧を僅かに変化させて像の位置をずらすようにすれば、液晶可変ミラー31にローパスフィルターとしての効果を発生させることができ、モアレ除去に役立たせることも出来る。

*の他の配置例を示しているが、これらの配置は、図10及び11に示した実施例にも適用することが出来る。なお、図17は図10に示した実施例においてコイル27の配置を図16に示したようにした場合に適する永久磁石26の配置を示している。即ち、図17に示すように永久磁石26を放射状に配置すれば、図10に示した実施例に比べて微妙な変形を基板9e及び薄膜9aに与えることが出来る。また、このように電磁気力を用いて基板9e及び薄膜9aを変形させる場合(図10、11及び14の実施例)は、静電気力を用いた場合よりも低電圧で駆動できると云う利点がある。

【0026】実施例3

図18は本発明による光学装置の第3実施例を示す図である。図中、第1及び第2実施例で用いたのと実質上同一の部材には同一符号が付され説明は省略されている。この実施例は、物体からの光をプリズム30を介して固体撮像素子8へ導くのに液晶可変焦点レンズをミラーの前面に配置して成る液晶可変ミラー31を用いた点で、既述の実施例とは異なる。液晶可変ミラー31は、透明電極31aと曲面形状の基板31bの表面に塗布されたミラーを兼ねた分割電極31cとの間にツイストネマチック液晶31dを充填することにより構成されている。ツイストネマチック液晶31dの螺旋ピッチPは、

$$(1)$$

※一が得られる。

【0027】なお、この光学装置を低成本のデジタルカメラとして用いる場合には、ツイストネマチック液晶31dの螺旋ピッチPは

$$(2)$$

【0029】第4実施例

図20は本発明による光学装置の第4実施例を示す図である。この実施例は電子撮像装置の一つであるデジタルカメラの一例であって、振れ防止機能を備えている。この実施例においても、既述の実施例におけるのと実質上同一の部材には同一符号が付されている。撮影時の振れ防止は、撮影レンズ32の間の絞り33の近傍に置かれた光学特性可変プリズム34、35により行われるようになっている。以下、図21を用いて光学特性可変プリズム34の詳細構造と作用を説明する。図中、34a、34e、34iはガラス又は合成樹脂等で構成された透明基板、34b、34hは幾つかに分割された透明電極、34d、34fは透明電極、34c、34gは液晶である。透明基板34a、34e、34iの屈折率n_kは、液晶34cが図21に示されるように並んだ時(電極34b、34d間に電圧が印加されていない時)の屈折率と等しくなるように選定されている。即ち、液晶34cの常光に対する屈折率をn₀、異常光に対する屈折率をn_eとすると、

$$n_k \doteq (n_o + n_e) / 2$$

となっている。液晶34c及び34gの螺旋ピッチPが何れも式(1)又は(2)を満足していると、光路中に偏光板を入れる必要がないので好都合である。

【0030】 $n_e > n_o$ の場合には、液晶の屈折率楕円体は図22に示すようになる。34cには電圧が加わっていないとする。この場合には上記式(3)が満たされるので、透明基板34c、液晶34c、透明基板34eでは入射光線は屈折されない。しかし、液晶34gは光軸方向に向いている(液晶34gには数ボルト乃至数十ボルトの電圧が印加されているものとする)ので、その屈折率は n_o になっている。従って、入射光線は液晶34gにおいて下方へ屈折される。これに対し、液晶34cに同様の電圧を印加し液晶34gには電圧を印加しないようにすれば、入射光線は上方へ屈折される。また、液晶34c、34gの何れにも電圧を掛けなければ、入射光線は屈折されずに直進する。

【0031】光学特性可変プリズム35は、光学特性可変プリズム34を光軸の周りに90°回転させた状態で配置されていて、図11の紙面に垂直な方向に入射光線を光学特性可変プリズム34と同様な方法で屈折させることができる。従って、撮影時の振れをキャンセルする方向に、撮像中に液晶34c、34g、35c、35gに印加される電圧を変化させて、入射光線を偏向させれば、振れの低減された画像が得られる。

【0032】透明電極34bと34hが複数に分割されているのは次の理由による。液晶34cと34gに印加される電圧値を中程度にしてこれらの液晶の屈折率を $(n_e + n_o) / 2$ と n_o との中間にすれば、入射光線の偏向量を図21に示された角度θの何割かに小さくすることが出来る。そのようにするために、液晶34cと34gに加わる電場を液晶層の厚さによらず一定値にする必要がある。そこで、液晶層の厚い部分にはやや高めの電圧を印加し、液晶層の薄い部分にはやや低めの電圧を印加する必要があり、そのために透明電極34bと34hは分割されているのである。入射光線の小さい偏向量は撮像の途中において有用であり、連続的に偏向量を変化させれば、更に良好な振れ防止が実現できる。なお、液晶34cと34gの楔角β(図21参照)が小さく液晶層の厚さの変化が小さい場合には、電極を分割せずに一つの電極としても良い。

【0033】また、液晶34c及び34gの配向を変え、入射光線の進行方向を変えるのに、液晶34c、34gに印加される電圧の大きさを変えるのではなく、液晶34c、34gに加わる電場の周波数を変化させても良い。この周波数が低周波(数Hz～数キロHz)の場合には、液晶分子の配向は図21の液晶34gのようになるが、高周波(約1MHz以上)の場合には、図21の液晶34cのようになるので、上記周波数を変えることにより入射光線の方向を変えることも出来る。この周

波数を連続的に変化させれば、入射光線の方向も連続的に変えることが出来る。このような液晶の駆動法は図19に示す実施例にも適用することも出来る。

【0034】なお、液晶34c、34g共に高い電圧を印加すると、液晶層の屈折率は何れも n_o に低下するが、両方の液晶層のプリズム作用が相殺するので入射光線の偏向は生じない。しかし、光軸に沿う光路長は変化するので、撮像系のピント合せをすることが出来る。即

10 ち、距離センサー17(図20参照)からの信号に基づいて光学特性可変プリズム34、35の光学特性を変化させ、光路長を変えればオートフォーカスが実現できる。併せて、温度センサー15及び湿度センサー16からの信号を用いて光学特性可変プリズム34、35を変化させれば、撮影レンズ32及び光学特性可変プリズム34、35自身の温湿度補償も行うことが出来る。これらのオートフォーカス、温湿度補償は振れ防止と併せて行っても良い。その場合、透明電極34b、34hに印加される電圧は、電極毎に変えても良いし変えなくても良い。また、この場合液晶34c、34g、35c、35gの屈折率は $(n_e + n_o) / 2$ から n_o までの総ゆる値を選んで用いても良い。

【0035】また、振れ防止以外に固体撮像素子8の一画素の1/2だけ像をずらすように液晶34c、34g、35c、35gに加わる電圧を制御し、ずらさない像と二枚以上続けて撮像を行い、それらを撮像時のずれと同じだけずらして重ね合わせることにより、実効的に固体撮像素子8の画素数を増やしたのと同様な高精細画像を得ることが出来る。この高解像化は温湿度補償やピント合わせ等と同時に進行ようにしても良い。

【0036】図23は上記第4実施例(図20参照)にも用いることの出来る屈折特性可変プリズム36の一実施例を示す図である。このプリズム36は、角度βをなすように傾けられた二つの平面より成る透明基板36a、36bによって、液晶36cが挟持されることにより構成されている。36d、36eは配向膜、36fは透明基板36aに設けられた透明電極、36g、36hは透明基板36bの各斜面に独立して設けられた透明電極、11a、12a及び13aは電極36f、36g間に直列に接続された可変抵抗器、電源及び電源スイッチ、11b、12b及び13bは電極36f、36h間に直列に接続された可変抵抗器、電源及び電源スイッチである。

【0037】この実施例において、透明基板36aの屈折率を n_1 、透明基板36bの屈折率を n_2 とした時、 $n_1 = n_o$ 、 $n_2 = (n_e + n_o) / 2$ とする。図23に示すように、電源スイッチ13aがオンで電源スイッチ13bがオフならば、入射光線L₁、L₂は共に直進し偏向されない。これに対して、電源スイッチ13aがオフで電源スイッチ13bがオンならば、入射光線

L_1, L_2 は図24に示すように共に下方に曲げられる。従って、上記第4実施例(図20)における光学特性可変プリズム34と同様の光学的効果を有するが、この屈折特性偏角プリズム36は光学特性可変プリズム34に比べて液晶層の厚さを半分にすることが出来るので、高速応答で光の透過率が良い点で優れている。この場合、液晶36cの代わりに、 $n_1 = n_o, n_2 = (n_e + n_o) / 2$ なる条件を満たす他の屈折率可変物質が用いられても良い。

【0038】図25は第4実施例にも用いることの出来る可変焦点レンズ37の一実施例を示す図である。この可変焦点レンズ37は、周辺部が曲面で中央部が平面の透過基板37aと、周辺部が平面で中央部が凹曲面の透明基板37bとで液晶37cを挟持することにより構成されている。37d, 37eは配向膜、37fは透明基板37aに設けられた透明電極、37g, 37hは透明基板37bの凹曲面と平面に独立して設けられた島状とリング状の透明電極であって、電源12を共通にして可変抵抗器11aと電源スイッチ13aは電極37f, 37g間に、可変抵抗11bと電源スイッチ13bは電極37f, 37h間にそれぞれ直列に接続されている。

【0039】この可変焦点レンズ37においても、透明基板37aの屈折率を n_1 、透明基板37bの屈折率を n_2 とした時、 $n_1 = n_o, n_2 = (n_e + n_o) / 2$ とする。図25に示すように、電源スイッチ13aがオフで電源スイッチ13bがオンならば、入射光線 L_1, L_2 は共に直進する。しかし、電源スイッチ13aがオンで電源スイッチ13bがオフの時には、液晶37cは図26に示すように配向するため、可変焦点レンズ37に凹レンズ作用が生じ、入射光 L_1, L_2 は図26に示すように発散して進み、可変焦点レンズとして作用する。この実施例は、液晶層を薄くすることができ、従って高速応答且つ高透過率の光学装置を提供できるという利点がある。この可変焦点レンズ37は第4実施例の光学装置において光学特性可変素子34と置換してピント合わせのために用いることができ、また、電極37f, 37g, 37hに既述の各種センサーと演算装置と駆動回路を含む制御装置を接続すれば、温湿度補償等に用いることも出来る。また、この可変焦点レンズ37は、可変焦点眼鏡、顕微鏡、カメラファインダー等の視度調整装置や光ディスク用ピックアップのオートフォーカス装置等各種の光学装置にも利用することが出来る。

【0040】第5実施例

図27は本発明による光学装置の第5実施例を示す図である。この実施例は、上記可変焦点レンズ37を用いた可変焦点眼鏡の一例である。図中、38は一对の可変焦点レンズ37を眼鏡として使用できるように支持するフレーム、39は電源12、電源スイッチ13a, 13b、可変抵抗器11a, 11b等を収納した駆動装置、40は各可変焦点レンズ37と駆動装置39を接続する

コードである。この実施例において、駆動装置39に収納された可変抵抗器11a, 11b(図25参照)の抵抗値を連続的に変化させれば、可変焦点レンズ37aの焦点距離を連続的に変えることができ、実用上極めて便利な眼鏡を提供することが出来る。このような可変抵抗器の抵抗値を連続的に変化させることによる光学特性の連続的な変化は既述の各種実施例においても同様である。

【0041】第6実施例

図28は本発明による光学装置の第6実施例を示す図である。この実施例は、上記可変焦点レンズ37を利用した振れ防止装置付きデジタルカメラの一例である。この実施例では、可変焦点レンズ37の透明電極37g, 37hは多数に分割されており、分割された各電極はそれぞれ駆動回路25に接続されている。そして駆動回路25より各電極37g, 37hに印加される電圧を、各センサー15, 16, 17及び24からの信号に基づいて適宜調整することにより、振れ防止のみならず、オートフォーカス、撮影レンズ32に対する温湿度補償が行えるようになっている。

【0042】第7実施例

図29は本発明による光学装置の第7実施例を示す図である。図中、既述の実施例で用いたのと実質上同一の部材には同一符号が付され、詳細な説明は省略されている。この実施例は、プリズム4が好ましくはガラスまたは樹脂で作られた板状の透明基板41により置換され、この透明基板41に新たにレンズ42と図8に示したのと同一構造の可変ミラー43とIC44とディスプレー45が付設されている点で、図1に示した第1実施例とは異なる。46はCr-CrO₂-Crの三層蒸着、黒い塗料の塗装または印刷等で作られた迷光を除去するための遮光膜である。この遮光膜46は、図示の如く必要に応じて透明基板41の表面、側面または内部に設ければ良く、設けなくても良い場合もある。レンズ2, 42は、透明基板41の表面に曲面状の樹脂薄膜を貼り付けることにより形成しても良いし、透明基板41を製作する際一体成形により形成しても良い。

【0043】ディスプレー45の一例として、液晶ディスプレーは薄膜トランジスタ技術でガラス等の透明基板上に作ることが出来るが、固体撮像素子8等はシリコン基板上でないと作りにくい。本実施例では、固体撮像素子8とディスプレー45をそれぞれ別の基板に分けて設けているので、同一基板上に設けるよりはコスト的に有利である。なお、透明基板41またはレンズ2, 42の材質に赤外光吸収効果を持たせて、赤外カットフィルターの役割を持たせるようにしても良い。また、赤外線カットのために、可変ミラー9の薄膜9a、レンズ42または透明基板41等の表面に赤外線カット機能を有する干渉膜を設けるようにしても良い。更に、本実施例は、固体撮像素子8を取り除き、光学系に例えばオペラグラ

スのような観察機能を持たせた表示装置として構成するようにも良い。

【0044】本実施例では反射面の形状を変えることの出来る二つの可変ミラー9及び43が用いられているので、これらを駆動することでズーミングとピント合わせを同時に出来る。そして、既述の各種実施例と同様にこれらの可変ミラー9、43の複数または一つの電極に適当な電圧を印加することにより、振れ防止、温湿度補償、部品組立時の誤差の補償、モアレ除去及び画像の高精細化を実現することが出来る。

【0045】第8実施例

図30は本発明による光学装置の第8実施例を示す図である。この実施例は、光コンピュータ等の光信号処理に用いられる光計算及び光インターフェクション用の信号処理装置の一例である。図中、既述の実施例におけるものと実質上同一の部材には同一符号が付されていて、詳細な説明は省略されている。47は入力信号端子47aを有するレーザダイオードの二次元アレー、48は図5に示した構造の可変ミラー9を駆動するための演算装置14に接続されたコンピュータ、49は出力信号端子49aを有する受光用の二次元フォトダイオードアレーである。

【0046】この実施例によれば、レーザダイオードの二次元アレー47から入力信号に基づいて出射した光は図中矢印で示したような経路を辿り、プリズム20によって二次元フォトダイオード49上に結像する。このようにして、入力信号端子47aに入力された信号に応じて出力信号端子49aより出力信号が得られる。この場合、可変ミラー9は、温湿度の変化によってプリズム20の形状が変化した時に、この変化を補償してレーザダイオードの二次元アレー47から出射した光信号が正しく二次元フォトダイオードアレー49上に結像するように作用する。また、コンピュータ48からの信号によって可変ミラー9の反射面(薄膜9a)を変形させて、二次元フォトダイオードアレー49の受光面上でレーザダイオードの二次元アレー47の像位置をシフトさせることにより、レーザダイオードの二次元アレー47からの光を受ける二次元フォトダイオードアレー49中のフォトダイオードを選択的に切り換える、各種演算を行なうことも出来る。

【0047】プリズム20の温湿度の変化による変形が微小な場合や上記の各種演算が必要でない場合は、図31に示すように可変ミラー9は省略されても良い。なお、プリズム20の表面には、光を反射するために必要に応じてアルミコート等を施すと良いし、この表面が全反射面となるようにしても良い。また、図30、31でプリズム20を除いた部分の表面の一部または全部をリソグラフィー等の微細加工技術で作っても良い。

【0048】第9実施例

*図32は本発明による光学装置の第9実施例を示す図である。この実施例は、振れ防止等の機能を有するフィルムカメラの一例である。図中、既述の実施例におけるものと実質上同一の部材には同一符号が付されていて、詳細な説明は省略されている。50は銀塩フィルムで、可変ミラー9としては、図1に示された構造のもの、図5に示された構造のもの、図8に示された構造のもの及び図9に示された構造のものの何れかが用いられ、また、可変ミラー9に代えて液晶可変ミラー31が用いられても良い。

【0049】この実施例では、撮影レンズ32を通った物体からの光は、可変ミラー9(液晶可変ミラー31)により反射され、銀塩フィルム50上に結像する。そして、この可変ミラー9(液晶可変ミラー31)に印加される電圧を適当に制御することにより、振れ防止、温湿度補償及びピント合わせ等が行われ得る。

【0050】ここで、上記の各種可変ミラー9における反射面(薄膜9a)の変化のさせ方について、第1実施例(図1)を参照して説明することにする。物体が比較的遠方にある場合には、電源スイッチ13をオフにし、薄膜9aが図33に示すように平らになるように設定して置く。物体が近距離にある場合には、電源スイッチ13をオンにし、電極9bに電圧を印加して、薄膜9aが図34に示すように凹形状になるようにし、光束を収束させる力を強めるようにする。この時、光線が斜入射の場合には、収差を除去するために薄膜9aの形状は、光線の入射面方向に曲率半径の大きい橢円体面に近い形状となるようになるのが良い。

【0051】光学系に製作誤差等で収差がある場合に30は、図34に示すように電極9bに印加される電圧を電極区分毎に変え、薄膜9aが非対称な面形状になるようにして収差を補正すれば良く、これにピント合わせのための面形状変化を加えても良い。温湿度の変化等で光学系が変化し、収差が発生したりピント位置がずれた場合も、変化のさせ方は同様である。振れ防止を行なう場合或いは光信号処理において光束のシフトを行なう場合には、光軸の方向を変えるように薄膜9aを変形させれば良い。即ち、図35に示すように、薄膜9aを傾斜させるように電圧を印加するのが良い。図36は逆方向に40光軸の方向を変える場合の薄膜9aの形状を示している。

【0052】今、可変ミラー9(図1、5、8参照)、液晶可変ミラー31(図9参照)、光学特性可変プリズム34、35(図20参照)は、光学系の絞り位置近傍に配置されているものとして、薄膜9aの上記傾斜角を ϕ (図35参照)、薄膜9aより後方の光学系即ち反射面より後方で結像面までの間にある光学系の焦点距離を f_2 とすると、薄膜9aが角度 ϕ だけ傾いたとき結像面までの光軸のずれ量 S は、

で与えられる。固体撮像素子8の一画素の大きさをPと * $S \geq (1/2) P$ *すれば、振れ防止効果を出すためには、

(5)

であることが必要である。振れが大きい場合には、

$$S \geq P$$

(6)

で、特に小舟の上での撮影のように、大きな振れを補正※

$$S \geq 3P$$

(7)

を満たすと良い。上記式(4)を上記(5), (6), ★る。即ち、

(7)に代入して次式(8), (9), (10)を得 ★

$$4 | f_2 | \phi \geq P$$

(8)

$$2 | f_2 | \phi \geq P$$

(9)

$$| f_2 | \phi \geq P$$

(10)

従って、上記式(8), (9), (10)の何れか一つを満たせば、振れ防止をした光学装置が実現できる。

【0053】式(8), (9), (10)は、図18における液晶可変ミラー31の例で振れ防止等を行なう時もあてはまるが、この場合 ϕ としては液晶可変ミラー3☆

$$(1/2) \phi \leq | \beta | (n_e - n_o) / 2 | \quad (\beta \text{は図21参照}) \quad (11)$$

であるから、式(8), (9), (10)より、

$$2 | \beta | (n_e - n_o) / 2 | \geq P / (4 | f_2 |) \quad (12)$$

$$2 | \beta | (n_e - n_o) / 2 | \geq P / (2 | f_2 |) \quad (13)$$

$$2 | \beta | (n_e - n_o) / 2 | \geq P / | f_2 | \quad (14)$$

を得る。上記式(12), (13), (14)の何れかを満たせば、振れが良好に補正される。銀塩フィルムカメラ等に振れ防止を採用する場合には、Pとしてはフィルムの粒子の平均の大きさを採用すれば、上記の式は成り立つ。

【0054】なお、本発明の幾つかの実施例では拡張曲面プリズム20, 30等を用いたが、それらの代わりに図37に示した如く拡張曲面を有する反射鏡50を用いても良い。反射鏡50の反射面の形状は拡張曲面になっている。この場合には、拡張曲面プリズムに比べて中空のため重量が軽くなると云う利点がある。図37は電子撮像装置(バーコードスキャナー)の例である。また、図38に示す如く、本発明の可変ミラーを二つ以上用いて光学系を形成しても良い。この場合には、例えば、振れ防止とピント調整とを別々の可変ミラーで行なうことができ、光学設計上の自由度が増す。また、一つの光学系で本発明の可変ミラーを二つ以上用いて、光学系のズーミングとピント調整と振れ防止等を行なうようにすることも出来る。図38はデジタルカメラの例である。本発明の光学装置に共通して云えることであるが、可変ミラーは光学系の絞りの近傍に置くと良い。絞り近傍では光線高が低いので、可変ミラーを小型にすることができる、応答速度、コスト、重量の点で有利である。

【0055】以上説明したように、本発明の光学装置は、特許請求の範囲に記載した特徴のほかに下記の特徴を有している。

【0056】(1) 光学特性可変光学素子。

【0057】(2) 光学特性可変ミラー。

【0058】(3) 有機材料または合成樹脂から成る光

☆1からの出射光の光軸の角度変化の1/2を探るものとする。図20に示す実施例では、光学特性可変プリズム34による光軸の屈折角の1/2を ϕ として採用すれば、式(8), (9), (10)は同様に成り立つ。

光学特性可変ミラー。
【0059】(4) 電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0060】(5) 永久磁石を備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0061】(6) コイルと永久磁石を備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

30 【0062】(7) 永久磁石とミラー基板と一体化されたコイルとを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0063】(8) コイルとミラー基板と一体化された永久磁石とを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0064】(9) 複数のコイルとミラー基板と一体化された永久磁石とを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0065】(10) 複数のコイルと永久磁石とを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

40 【0066】(11) 永久磁石とミラー基板と一体化された複数のコイルとを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0067】(12) コイルを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0068】(13) 複数のコイルを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0069】(14) 強磁性体を備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0070】(15) 強磁性体と対向配置されたコイルを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0071】(16) 強磁性体のミラー基板とコイルとを備え、電磁気力を用いた光学特性可変ミラー。

【0072】(17) 光学特性可変レンズとミラーを組み合わせた光学特性可変ミラー。

【0073】(18) 光学特性可変拡張曲面光学素子。

【0074】(19) 複数の電極を備えた光学特性可変光学素子。

【0075】(20) 複数の電極を備えた光学特性可変ミラー。

【0076】(21) 静電気力で駆動せしめられる上記(1)または(19)に記載の光学特性可変光学素子。

【0077】(22) 静電気力で駆動せしめられる上記(2)または(20)に記載の光学特性可変ミラー。

【0078】(23) 静電気力で駆動せしめられる上記(18)に記載の光学特性可変拡張曲面光学素子。

【0079】(24) 圧電物質を用いた上記(1)または(19)に記載の光学特性可変光学素子。

【0080】(25) 圧電物質を用いた上記(2)または(20)に記載の光学特性可変ミラー。

【0081】(26) 圧電物質を用いた上記(18)に記載の光学特性可変拡張曲面光学素子。

【0082】(27) 複数の電極を備えた光学特性可変レンズ。

【0083】(28) 複数の電極を備えた光学特性可変プリズム。

【0084】(29) 互いに交叉する二つの面を備えた上記(27)に記載の光学特性可変レンズ。

【0085】(30) 互いに交叉する二つの面を備えた上記(28)に記載の光学特性可変プリズム。

【0086】(31) 液晶を用いた上記(1)または(19)に記載の光学特性可変光学素子。

【0087】(32) 液晶を用いた上記(2)または(7)に記載の光学特性可変ミラー。

【0088】(33) 液晶を用いた上記(18)に記載の光学特性可変拡張曲面光学素子。

【0089】(34) 液晶を用いた上記(27)に記載の光学特性可変レンズ。

【0090】(35) 液晶を用いた上記(28)に記載の光学特性可変プリズム。

【0091】(36) 印加電圧の周波数を変化させることにより液晶の配向を変えるようにした上記(31)に記載の光学特性可変光学素子。

【0092】(37) 印加電圧の周波数を変化させることにより液晶の配向を変えるようにした上記(32)に記載の光学特性可変ミラー。

【0093】(38) 印加電圧の周波数を変化させることにより液晶の配向を変えるようにした上記(33)に記載の光学特性可変拡張曲面光学素子。

【0094】(39) 印加電圧の周波数を変えることにより液晶の配向を変えるようにした上記(34)に記載の光

10
18
学特性可変レンズ。

【0095】(40) 印加電圧の周波数を変えることにより液晶の配向を変えるようにした上記(35)に記載の光学特性可変プリズム。

【0096】(41) 静電気力で動く絞り又はマイクロシャッター又は絞り兼用マイクロシャッター。

【0097】(42) リソグラフィー技術で作られた絞り又はマイクロシャッター又は絞り兼マイクロシャッタ一。

10
10
【0098】(43) 上記(1), (19), (21), (24), (31)または(36)に記載の光学特性可変光学素子を備えた光学系。

【0099】(44) 上記(2)乃至(17)の何れか又は上記(20), (22), (25), (32)または(37)に記載の光学特性可変ミラーを備えた光学系。

【0100】(45) 上記(18), (23), (26), (33)または(38)に記載の光学特性可変拡張曲面光学素子を備えた光学系。

20
20
【0101】(46) 上記(27), (29), (34)または(39)に記載の光学特性可変レンズを備えた光学系。

【0102】(47) 上記(28), (30), (35)または(40)に記載の光学特性可変プリズムを備えた光学系。

【0103】(48) 上記(41)または(42)に記載の絞り又はマイクロシャッターまたは絞り兼マイクロシャッターを備えた光学系。

【0104】(49) 拡張曲面プリズムを含む上記(43)乃至(48)の何れかに記載の光学系。

【0105】(50) 拡張曲面反射鏡を含む上記(43)乃至(48)の何れかに記載の光学系。

30
30
【0106】(51) 板状ユニットを含む上記(43)乃至(50)の何れかに記載の光学系。

【0107】(52) 可変ミラーの入射面に対して光線を斜入射させる可変ミラーを備えた光学系。

【0108】(53) 上記(41)または(42)に記載の絞りまたはマイクロシャッターまたは絞り兼マイクロシャッターを備えた光学系。

【0109】(54) 合成樹脂を用いた光学素子又は合成樹脂を用いた枠を含む上記(43)乃至(52)の何れかに記載の光学系。

40
40
【0110】(55) 光学特性可変光学素子の光学特性を変化させることにより光学系の結像状態の変化を補償するようにしたことを特徴とする光学系。

【0111】(56) 光学特性可変光学素子の光学特性を変化させることにより、光学系の温度変化、温度変化、製作誤差、振れ及びピントずれの何れか一つ以上を主に補償するようにした光学系。

【0112】(57) 光学特性可変光学素子を備えた振れ防止機能を有する光学系。

【0113】(58) 光学特性可変光学素子を備えた解像力向上機能を有する光学系。

50

【0114】(59) 光学特性可変光学素子を備えたモアレ除去機能を有する光学系。

【0115】(60) 光学特性可変光学素子を備えたズーム機能を有する光学系。

【0116】(61) 光学特性可変光学素子、拡張曲面プリズム及び板状ユニットの少なくとも一つを備えた信号伝達又は信号処理機能を有する光学系。

【0117】(62) 上記(43)乃至(54)に記載の光学系の何れか一つを備えた上記(55)乃至(61)の何れかに記載の光学系。

【0118】(63) 可変ミラーを備えた振れ防止機能を有する光学系。

【0119】(64) 可変レンズを備えた振れ防止機能を有する光学系。

【0120】(65) 複数の焦点距離を切り替えることが可能な光学特性可変光学素子を備えた光学系。

【0121】(66) 上記(43)乃至(65)の何れかに記載の光学系を含む撮像装置。

【0122】(67) 上記(43)乃至(65)の何れかに記載の光学系を含む電子撮像装置。

【0123】(68) 上記(43)乃至(65)の何れかに記載の光学系を含む観察装置。

【0124】(69) 上記(43)乃至(65)の何れかに記載の光学系を含む光学装置。

【0125】(70) 上記(43)乃至(65)の何れかに記載の光学系を含む結像装置。

【0126】(71) 上記(43)乃至(65)の何れかに記載の光学系を含む信号処理装置。

【0127】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光学特性可変光学素子例えば可変ミラーを用いたことにより、振れ防止、フォーカシング即ちピント合わせ、温度の変化による光学要素の変化に対する補償、光学系の製作誤差の補償等を実現した各種の光学装置即ち撮像装置、観察装置、信号処理装置及び表示装置等を、簡単且つ小型に製作することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光学装置の第1実施例を示す図である。

【図2】本発明による光学装置の第2実施例を示す図である。

【図3】拡張曲面プリズムを除去して示す図2の一部拡大平面図である。

【図4】第2実施例において用いられる絞りの一例の平面図である。

【図5】光学特性可変ミラーの他の実施例を示す図である。

【図6】図5に示す可変ミラーの電極配置の一例を示す平面図である。

【図7】図5に示す可変ミラーの電極配置の他の例を示す平面図である。

す平面図である。

【図8】光学特性可変ミラーの更に他の実施例を示す図である。

【図9】光学特性可変ミラーの更に他の実施例を示す図である。

【図10】光学特性可変ミラーの更に他の実施例を示す図である。

【図11】光学特性可変ミラーの更に他の実施例を示す図である。

【図12】図11に示した可変ミラーに用いられる薄膜コイルの一例を示す平面図である。

【図13】図11に示した可変ミラーの変形例を示す図である。

【図14】光学特性可変ミラーの更に他の実施例を示す図である。

【図15】図14に示した可変ミラーに用いられるコイルの配置の一例を示す平面図である。

【図16】図14に示した可変ミラーに用いられるコイルの配置の他の例を示す平面図である。

【図17】図16に示した如きコイル配置に適する永久磁石の配置を示す平面図である。

【図18】本発明による光学装置の第3実施例を示す図である。

【図19】図18に示した液晶可変ミラーにおける液晶の変化を示す図である。

【図20】本発明による光学装置の第4実施例を示す図である。

【図21】図20に示した実施例に用いられる光学特性可変プリズムの詳細構造と作用を説明するための図である。

【図22】液晶の屈折率機能円体を示す図である。

【図23】図20に示した実施例に適用することの出来る屈折特性偏角プリズムの一実施例を示す図である。

【図24】図23に示された屈折特性偏角プリズムの状態変化の様子を示す図である。

【図25】図20に示した実施例に適用することの出来る可変焦点レンズの一実施例を示す図である。

【図26】図25に示された可変焦点レンズの状態変化の様子を示す図である。

【図27】本発明による光学装置の第5実施例を示す図である。

【図28】本発明による光学装置の第6実施例を示す図である。

【図29】本発明による光学装置の第7実施例を示す図である。

【図30】本発明による光学装置の第8実施例を示す図である。

【図31】図30に示した実施例の変形例を示す図である。

【図32】本発明による光学装置の第9実施例を示す図

である。

【図3 3】図1に用いられている可変ミラーの常態を示す図である。

【図3 4】図3 3に示した可変ミラーの一つの状態変化を示す図である。

【図3 5】図3 3に示した可変ミラーの他の状態変化を示す図である。

【図3 6】図3 3に示した可変ミラーの更に他の状態変化を示す図である。

【図3 7】拡張曲面を有する反射鏡を用いた本発明による光学装置の一例を示す図である。

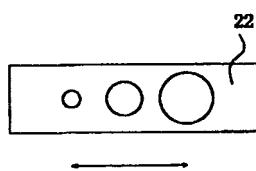
【図3 8】可変ミラーを複数用いた本発明による光学装置の一例を示す図である。

【図3 9】従来のデジタルカメラの構成を示す図である。

【符号の説明】

1, 2, 6, 4 2	レンズ
3, 7	レンズ枠
4, 20, 30	プリズム
5, 21	ミラー
8	固体撮像素子
9, 4 3	光学特性可変ミラー
9 a	薄膜(反射面)
9 b, 9 d, 19 c, 31 c	電極
9 c	圧電素子
9 e, 10, 18, 31 b	基板
11, 11 a, 11 b	可変抵抗器
12, 12 a, 12 b	電源
13, 13 a, 13 b	電源スイッチ
14	演算装置
15	温度センサー
16	温度センサー
17	距離センサー
18	シリコン基板
19	マイクロシャッター
19 a	固定電極
19 b	遮光板
22	絞り

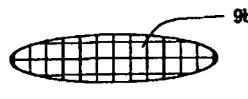
【図4】



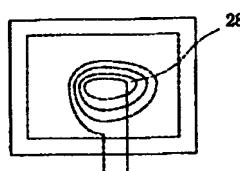
【図6】



【図7】

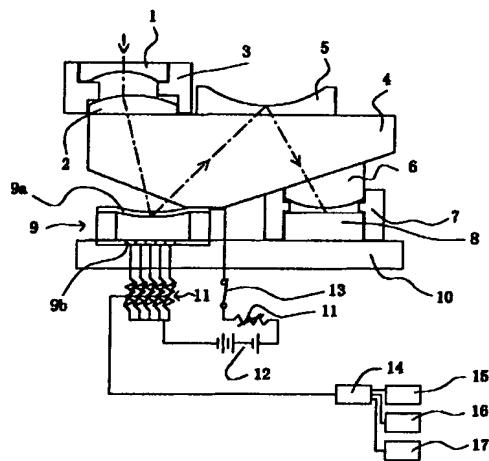


【図12】

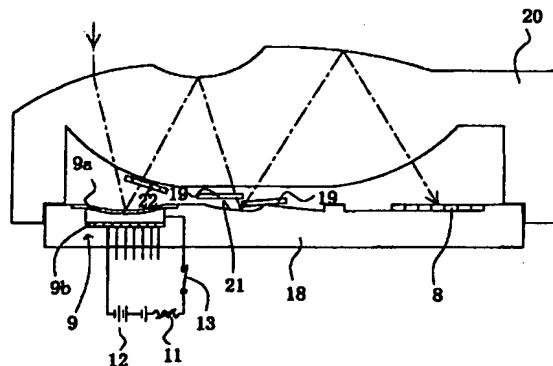


2 3	支持台
2 4	手振れセンサー
2 5, 2 8	駆動回路
2 6	永久磁石
2 7	コイル
2 8	薄膜コイル
2 9	スイッチ
3 1	液晶可変ミラー
3 1 a, 3 4 b, 3 4 h, 3 6 f, 3 6 g, 3 6 h, 3 7 f, 3 7 g, 3 7 h	透明電極
3 1 d	ツイストネマチック液晶
3 2	撮影レンズ
3 3	絞り
3 4, 3 5	光学特性可変プリズム
3 4 a, 3 4 e, 3 4 i, 3 6 a, 3 6 b, 3 7 a, 3 7 b	透明基板
3 4 c, 3 4 g, 3 5 c, 3 5 g, 3 6 c	液晶
3 6	屈折率特性偏角プリズム
20 3 7	可変焦点レンズ
3 8	フレーム
3 9	駆動装置
4 0	コード
4 1	透明基板
4 4	I C
4 5	ディスプレー
4 6	遮光膜
4 7	レーザダイオードの二次元ア
30 4 7 a	入力信号端子
4 8	コンピュータ
4 9	受光用の二次元フォトダイオ
ードアレー	
4 9 a	出力信号端子
5 0	反射鏡
β, θ, ϕ	角度
L ₁ , L ₂	入射光線

【図1】

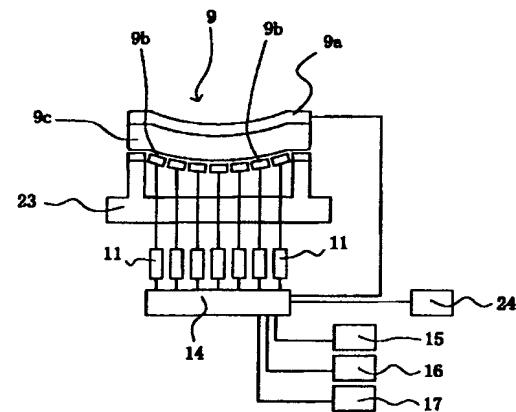
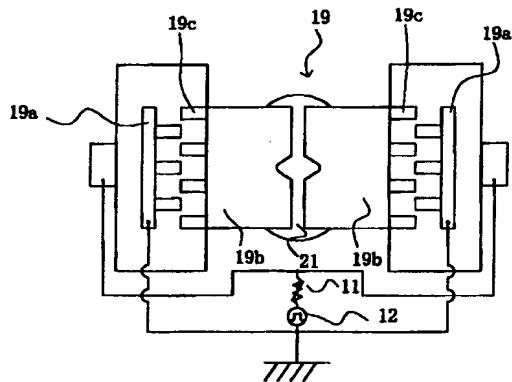


【図2】



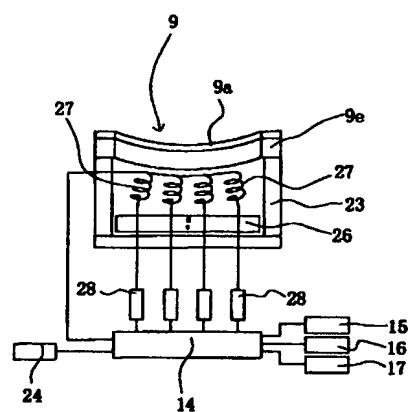
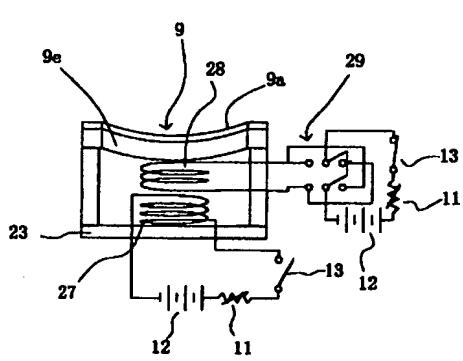
【図5】

【図3】

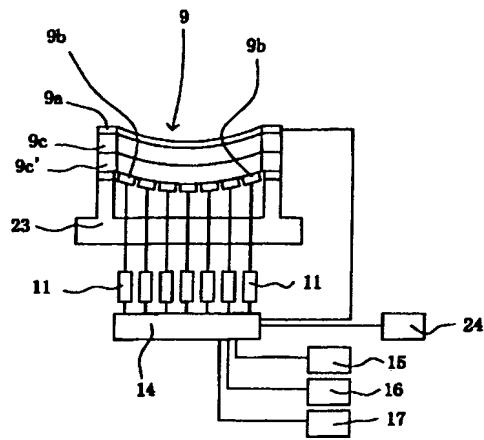


【図10】

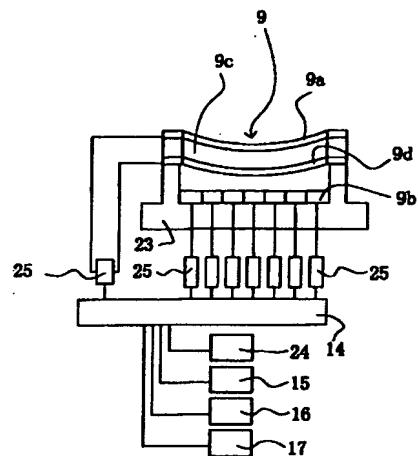
【図13】



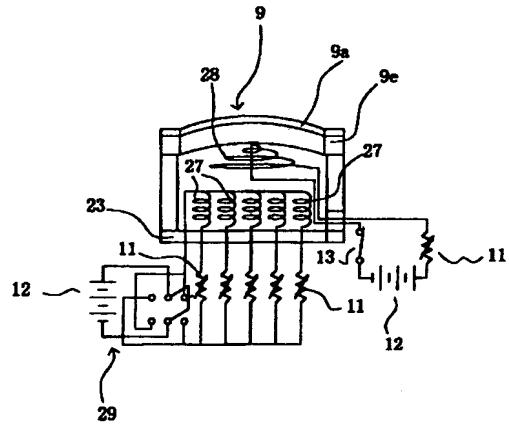
【図8】



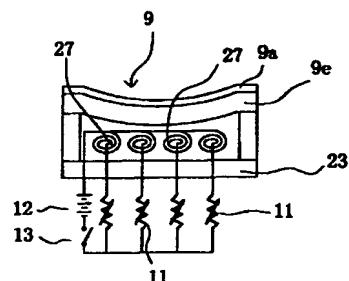
【図9】



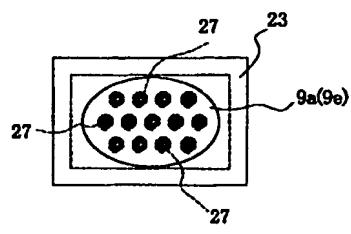
【図11】



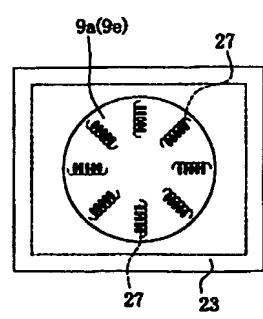
【図14】



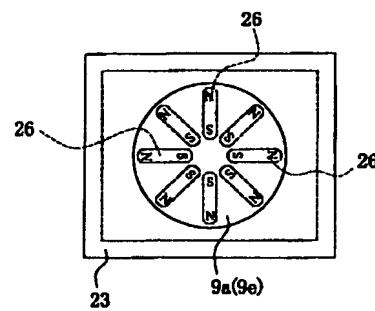
【図15】



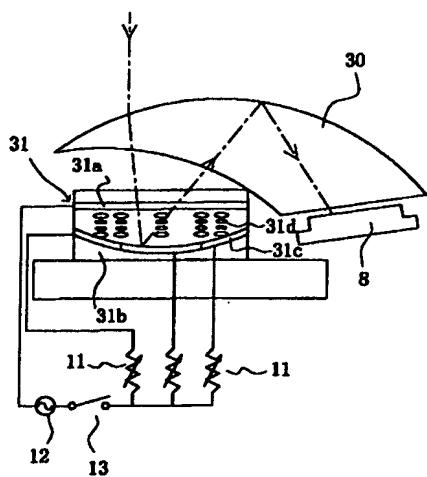
【図16】



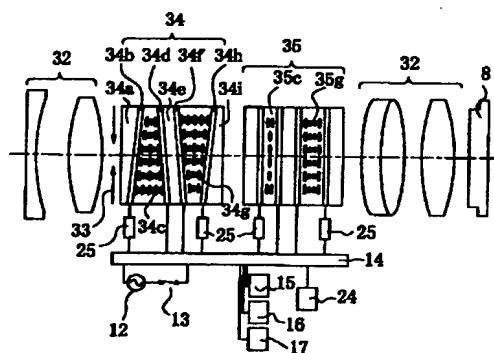
【図17】



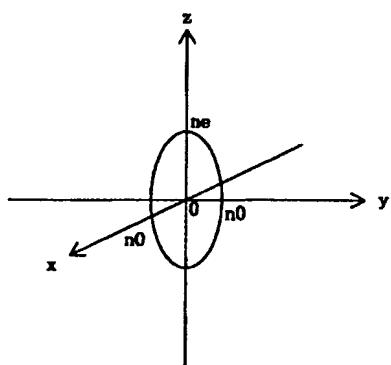
【図18】



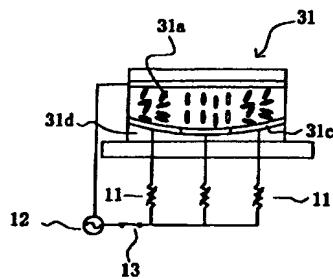
【図20】



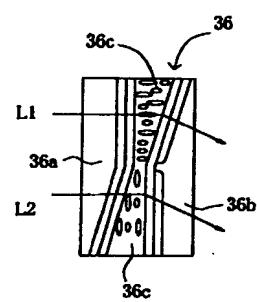
【図22】



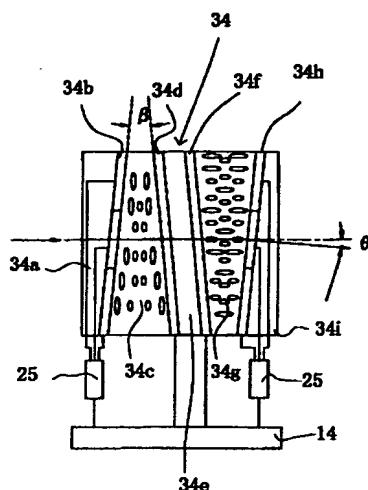
〔図19〕



〔図24〕

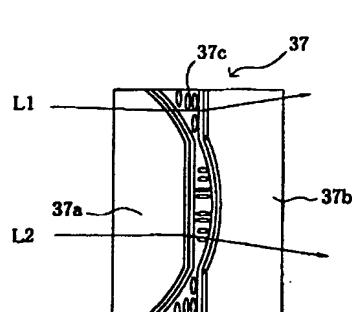


〔图21〕

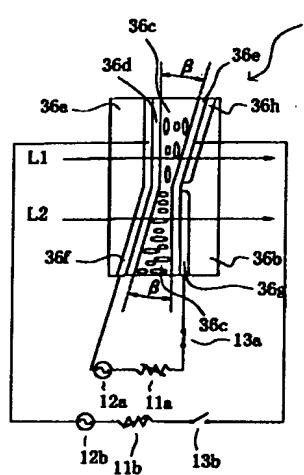


[図3.3]

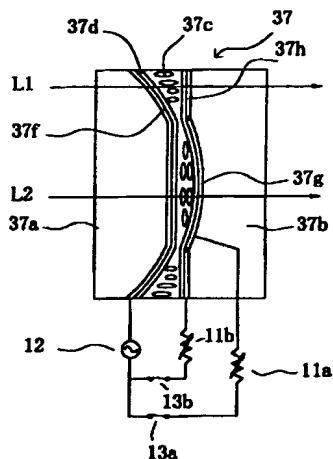
[図26]



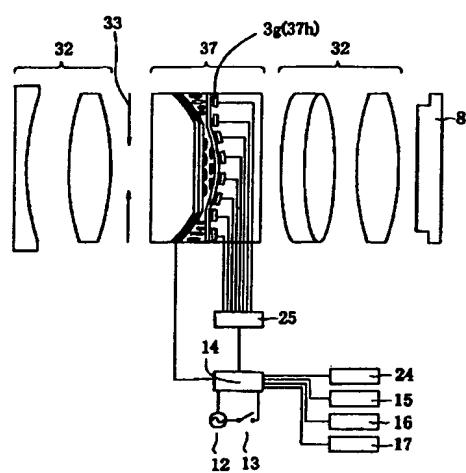
【図23】



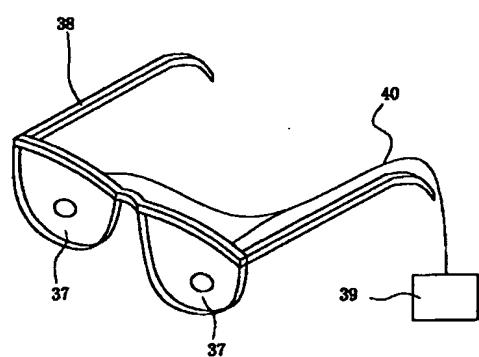
【図25】



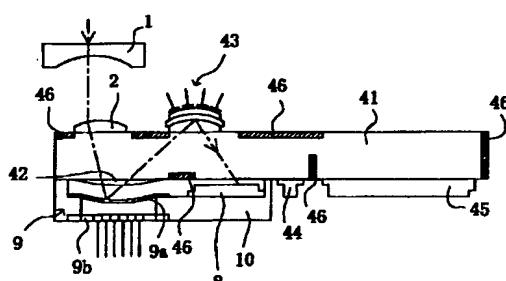
【図28】



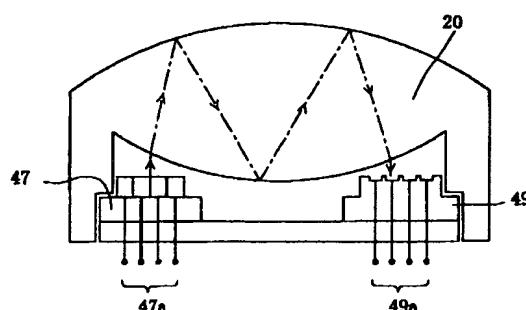
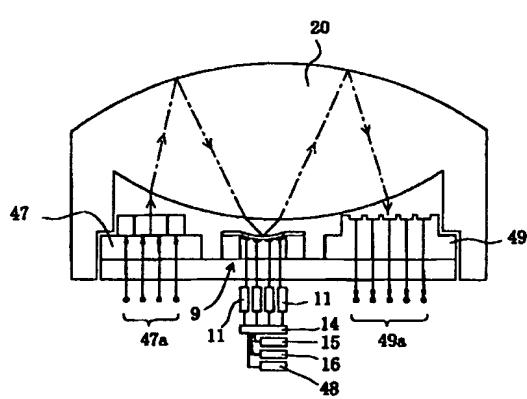
【図27】



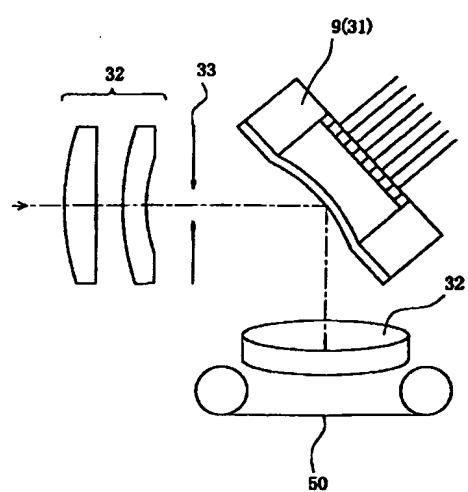
【図29】



【図31】

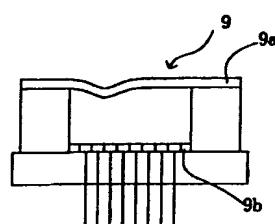


【図32】

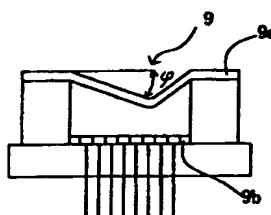


【図36】

【図34】

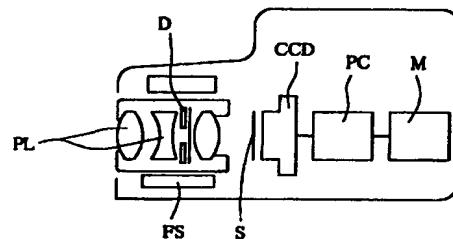


【図35】

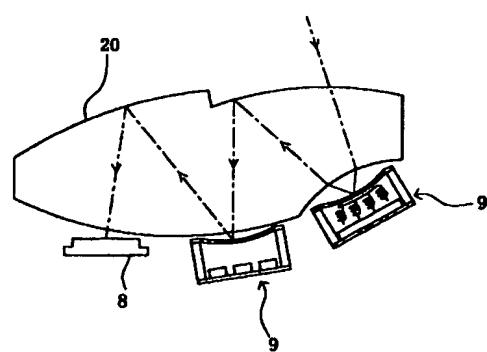
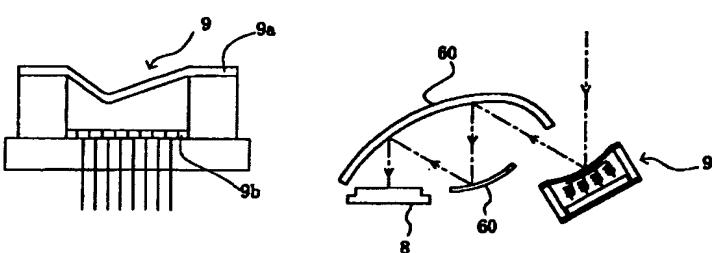


【図39】

【図37】



【図38】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H042 DA02 DA11 DD11 DD13 DE00
2H087 KA02 KA03 KA09 KA10 KA13
KA14 KA20 KA22 MA00 NA07
NA08 NA10 PA01 PA05 PA17
PA18 PB01 PB06 RA00 RA27
RA28 RA32 RA41 RA43 TA01
TA02 TA03 TA04 TA05 UA01
UA09
9A001 BB06 HH34 KK16 KK31 KK42
KK54